www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

5e JAARGANG NUMMER 11 NOVEMBER 1940

# Philips Technisch Tijdschrift

BEHANDELENDE TECHNISCHE VRAAGSTUKKEN
SAMENHANGENDE MET DE PRODUCTEN, WERKWIJZEN EN ONDERZOEKINGEN
VAN DE N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN

REDACTIE: HET NATUURKUNDIG LABORATORIUM DER N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN, EINDHOVEN

## HET LOCALISEEREN VAN OBJECTEN IN HET MENSCHELIJK LICHAAM

door A. BOUWERS.

621.386.16 : 616-073

Röntgenopnamen van objecten in het menschelijk lichaam veroorloven het localiseeren van een object in twee dimensies. Om ook uitsluitsel over de derde coördinaat, de diepte, te verkrijgen, kan men gebruik maken van stereoscopische röntgenbeelden, van zg. planigrafische röntgenopnamen en tenslotte van toestellen, waarbij steeds het object gelocaliseerd wordt als snijpunt van twee röntgenstraalrichtingen. Er wordt hier een beschrijving van een dergelijk toestel gegeven, dat kort geleden bij Philips is ontwikkeld en dat speciaal bestemd is voor het opzoeken van projectielen in het lichaam.

### Inleiding

Een der opgaven van de medische diagnostiek is het nauwkeurig vaststellen van de plaats van objecten in het menschelijk lichaam. Als voorbeeld noemen we het localiseeren van gezwellen in de maag of andere organen, of van holten in de longen, ontstaan door een tuberculeus proces. In oorlogstijd krijgt het probleem speciale beteekenis, doordat de chirurg dan vaak te maken heeft met verwondingen, waarbij projectielen in het lichaam zijn blijven steken. Om deze op de minst ingrijpende wijze te kunnen verwijderen, is in de eerste plaats een scherpe bepaling van hun ligging vereischt.

Sinds de ontdekking der röntgenstralen heeft men als hulpmiddel voor de genoemde gevallen het röntgenschaduwbeeld ter beschikking. Dit levert echter in eerste instantie slechts een localisatie van het object in twee dimensies. Van ouds heeft men naar methoden gezocht om uit de röntgenschaduwbeelden ook gegevens omtrent de ligging in de derde dimensie (de diepte onder de huid) te verkrijgen. Wil men de mogelijkheden overzien, die zich hiervoor bieden, dan ligt het voor de hand, uit te gaan van de hulpmiddelen, die bij het normale zien het oog in staat kunnen stellen, een plastische indruk te verkrijgen. Dit zijn er in hoofdzaak drie: het gedeeltelijk bedekt worden van verderaf gelegen voorwerpen door dichterbij gelegene; de afname van de gezichtshoek, waaronder een object van bepaalde grootte wordt gezien, met toenemende afstand; tenslotte de bij het samenwerken der beide oogen optredende parallax.

De eerstgenoemde mogelijkheid — plastische indruk door gedeeltelijk bedekken — ontbreekt in het röntgenbeeld ten eenenmale. Immers, in het röntgenbeeld worden alleen s c h a d u w e n zichtbaar, en het verkregen schaduwbeeld van twee achter elkaar gelegen voorwerpen is in eerste benadering onafhankelijk van de volgorde, waarin zij door de röntgenstralen worden doorloopen.

Ook de tweede mogelijkheid — perspectivische verkleining — kan bij het röntgenbeeld niet veel helpen. Daar de dikte van het lichaam in het algemeen aanzienlijk kleiner is dan de afstand tot de röntgenstralenbron, kan de hoek, waaronder een bepaald object vanuit de bron wordt gezien, slechts weinig met de ligging ervan varieeren, en bovenal zou het, om geringe grootte-verschillen van de schaduwen in het röntgenbeeld te kunnen vertalen

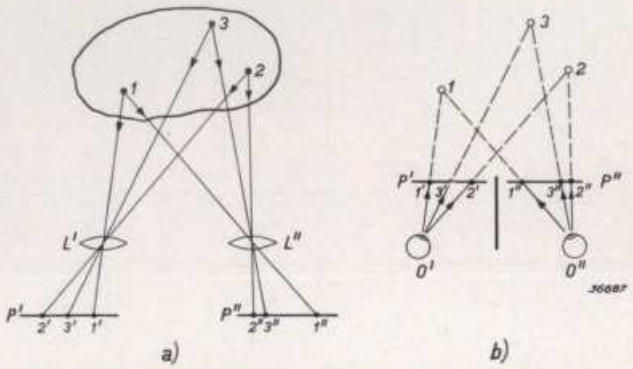



Fig. 1. Bij het zien van een driedimensionaal voorwerp (punten *1*, *2*, *3* in *a*) ontstaan op de netvliezen *P'*, *P''* der beide oogen twee verschillende beelden (*L'*, *L''* ooglenzen). Bij het versmelten dezer beelden tot één ontstaat een plastische indruk. Het maken van stereoscopische foto's geschiedt eveneens op de in *a*) geschetste wijze, waarbij *P'*, *P''* twee fotografische platen, *L'*, *L''* twee fotografische lenzen zijn. Worden de beide platen op de in *b*) aangegeven manier bekeken (*O'*, *O''* oogen), dan verkrijgt men wederom de indruk van een ruimtelijk beeld.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023



in afstands-verschillen, noodig zijn, dat de grootte der objecten zelf ons goed bekend is. Dit is in het algemeen niet het geval.

Blijft de derde mogelijkheid — de parallax. Hoe met behulp hiervan het normale stereoscopische zien resp. het bekijken van stereoscopische foto's plaats vindt, is in *fig. 1* verduidelijkt. Het wezen van de methode bestaat hierin, dat *elk objectpunt wordt gelocaliseerd als snijpunt van twee straalrichtingen*. Dit principe kan ook in de röntgendiagnostiek worden toegepast en vormt inderdaad de grondslag van alle gebruikelijke methoden voor dieptebepaling in röntgenbeelden. Enkele dezer methoden willen we hier de revue laten passeeren, waarbij wij in het bijzonder willen ingaan op een apparaat voor het opzoeken van projectielen, dat in het Philips Laboratorium is ontwikkeld.

## Stereoscopische röntgenbeelden

Het schema van fig. 1 kan niet rechtstreeks voor röntgenbeelden dienen, immers bij het opnemen daarvan kunnen de objectpunten geen straling uitzenden maar alleen straling onderscheppen. *Fig. 2* toont, hoe bij het opnemen en bekijken van stereoscopische röntgenbeelden te werk kan worden gegaan.

Klaarblijkelijk moet de beschouwer, om de twee verschillende beelden tot een (plastisch) geheel te kunnen versmelten, elk punt van het eene beeld terug kunnen vinden in het andere. Bij röntgenbeelden is dit niet zoo gemakkelijk, als men bij het bekijken van normale foto's gewend is. Veelal ontbreken hier nl. de scherpe contouren, die we zonder meer zouden kunnen identificeeren, en treden daarvoor in de plaats min of meer vervaagde schaduwen, waarvan de onscherpte soms van dezelfde orde van grootte kan zijn als de verschuiving door de parallax! Van vele objecten, met name ziektehaarden in de longen, wordt daardoor het verkrijgen van een plastische indruk bij het bekijken van stereoscopische röntgenbeelden zeer bemoeilijkt of zelfs onmogelijk.

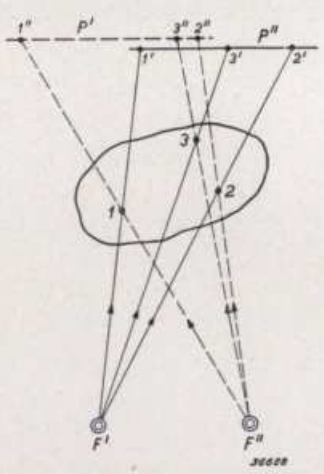



Fig. 2. Bij het opnemen van stereoscopische röntgenbeelden worden achtereenvolgens met twee foci $F'$, $F''$ op een onderlinge afstand van bijv. 5 cm schaduwbeelden op twee dienovereenkomstig opgestelde platen $P'$, $P''$ ontworpen en gefotografeerd. Het bekijken der foto's kan in principe op dezelfde wijze plaats vinden, waarbij de oogen de plaats der röntgenfoci innemen.

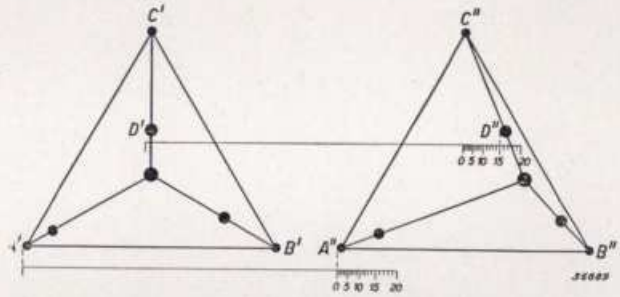



Fig. 3. Bij toepassing van een gestandaardiseerde methode, waarbij de twee röntgenstereo-opnamen naast elkaar op één film worden gemaakt, kan de diepte van elk punt rechtstreeks met een geijkte lineaal worden gemeten. In het hier weergegeven geval werd een tetraeder opgenomen met bollen op bepaalde punten van de ribben. Men leest direct af, dat punt $D$ 15 cm boven het vlak der punten $ABC$ ligt.

De stereoscopische röntgenbeelden, opgenomen volgens het schema fig. 2, kunnen ook zonder dat men probeert een plastisch beeld te zien, voor een objectieve bepaling van de „diepte" der verschillende punten dienen. Hiervoor moet men de onderlinge verschuiving van analoge punten op de beide beelden opmeten en omrekenen, een procedure, die zeer vergemakkelijkt wordt, wanneer men de meetkundige verhoudingen bij het vervaardigen der opnamen eens voor al vastlegt en dan een direct in diepten (ten opzichte van een bepaald vergelijkingsvlak) geijkte lineaal voor het meten der verschuiving gebruikt [1]), zie *fig. 3*. Weliswaar gaat bij deze methode de aanschouwelijkheid geheel teloor; de medicus moet uit een reeks getallen, die hij aldus verkregen heeft, de situatie der objecten in het lichaam reconstrueeren.

## De planigrafie

Een interessante methode om een objectieve en tevens aanschouwelijke dieptebepaling te verkrijgen is de zg. planigrafie [2]) (ook wel tomografie genoemd). Stel, dat de projecties van het object uit de twee foci, die bij het vervaardigen van stereo-

[1]) Dit is o.a. beschreven in: W. Hondius Boldingh, Vereinfachte und standardisierte Stereotechnik, Röntgenpraxis **1**, 561, 1929.

[2]) Deze methode werd ongeveer gelijktijdig en onafhankelijk gepubliceerd door D. L. Bartelink (Fortschr. Röntgenstr. **47**, 399, 1933), B. G. Ziedses des Plantes (Fortschr. Röntgenstr. **47**, 407, 1933) en A. Vallebona (Fortschr. Röntgenstr. **48**, 599, 1933). Maar reeds in 1921 had A. E. M. Bocage hierop een octrooi verkregen (Fransch octr. Nr. 536.464).

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023



scopische röntgenbeelden werden gebruikt, niet op twee verschillende platen, maar achtereenvolgens op dezelfde plaat worden opgenomen (zie *fig. 4*).

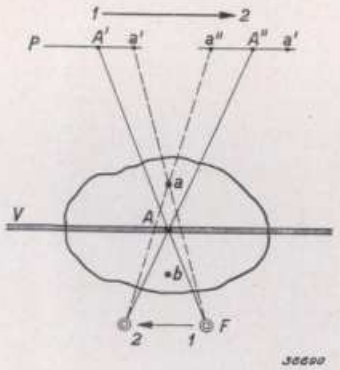
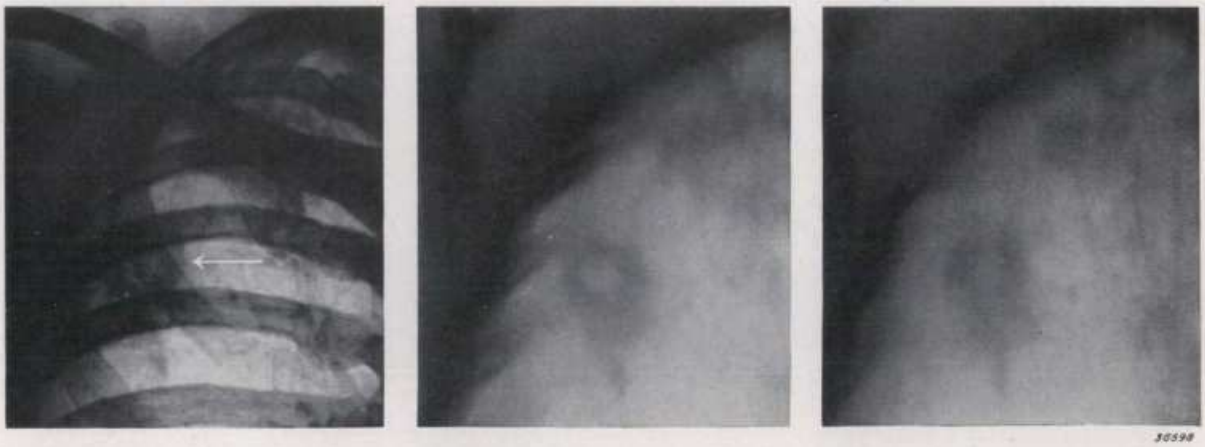



Fig. 4. Principe der planigrafie. Tijdens het belichten wordt het röntgenfocus $F$ van *1* naar *2* en tevens de fotografische plaat $P$ op overeenkomstige wijze verschoven. Alle punten van het vlak $V$ worden scherp afgebeeld, terwijl de schaduwen van punten buiten dit vlak ($a$, $b$) worden vervaagd.

Door de plaat na de eerste opname uit stand *1* in stand *2* te brengen, kan men ervoor zorgen, dat de schaduw van punt $A$ bij beide opnamen op hetzelfde punt $A' = A''$ van de plaat terechtkomt. Punt $A$ wordt dus scherp afgebeeld, en dit geldt ook nog, wanneer men in plaats van twee afzonderlijke belichtingen uit te voeren, plaat en focus tijdens de belichting continu uit stand *1* naar *2* verschuift. Beschouwen we nu punt $a$, dan zien we, dat diens schaduw op de plaat bij deze opname verschuift van $a'$ naar $a''$. De schaduw van punt $a$ wordt dus geheel vervaagd. Een nadere beschouwing leert, dat bij de beschreven opname met bewegende plaat en focus niet alleen punt $A$, maar alle punten van het vlak $V$ scherp worden afgebeeld, terwijl de schaduw van punten boven dit vlak ($a$) en er onder ($b$) over een lijn van zekere lengte wordt uitgespreid en derhalve vervaagd. Men krijgt dus een röntgenbeeld, waarin alle objecten in de doorsnede $V$ van het doorstraalde lichaam als scherpe schaduwen zichtbaar zijn, terwijl de rest van het lichaam een min of meer gelijkmatige sluier over dit beeld teweegbrengt. In de practijk laat men focus en plaat het liefst niet langs een rechte lijn bewegen, maar over een langer traject, dat een geheel vlak zoo goed mogelijk vult (bijv. een spiraal of een nauwe sinusslingering) en waarbij focus en plaat steeds evenredige snelheid in tegenovergestelde richting hebben. Het vervagen der schaduwen van de niet gewenschte vlakken wordt daardoor nog aanzienlijk verbeterd. Wil men volgens deze methode bijv. de plaats van een holte in de longen opsporen, dan kan men een aantal dergelijke planigrafische opnamen maken, waarbij telkens een andere doorsnede (van bekende diepte) door het lichaam wordt „gelegd"; daarna kan men uitzoeken, op welke opname de holte scherp (resp. het scherpst) begrensd is. In *fig. 5* geven we een voorbeeld van dergelijke opnamen van verschillende doorsneden, tezamen met een normale röntgenopname van denzelfden patient [3]).

[3]) Er dient te worden opgemerkt, dat uit het verkregen planigrafische beeld slechts onder bepaalde voorwaarden conclusies mogen worden getrokken omtrent de vorm der objecten. Hierover zijn in de laatste jaren verscheidene onderzoekingen gedaan, o.a. ook door de Medische Afdeeling van Philips, zie bijv. G. C. E. Burger en J. G. A. van Weel, Fortschr. Röntgenstr. **57**, 143, 1938; verder R. H. de Waard, Ned. T. Geneesk. **83**, 368, 1939.




a b c

Fig. 5. *a*) Normale röntgenopname van een gedeelte der borst van een patient. Er is een ringvormige schaduw zichtbaar (door de pijl aangegeven), die op de aanwezigheid van een holte in de long wijst.
*b*) „Planigram" van denzelfden patient. De opname toont een doorsnede op 7 cm diepte onder de huid, van de rugzijde gerekend. De holte is hier zeer duidelijk en scherp begrensd.
*c*) Planigram op $8^1/_2$ cm diepte. De holte is hier bijna geheel vervaagd.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023



## De Philips „kogelzoeker"

Voor het in de aanhef reeds vermelde opzoeken van projectielen zijn de beschreven methoden minder geschikt. Hierbij is het vooral van belang, de plaatsbepaling snel en op eenvoudige wijze te kunnen uitvoeren en daarbij het resultaat in een zoodanige vorm te verkrijgen, dat het tijdens de operatie rechtstreeks als leidraad voor den chirurg kan dienen. Dat de beschreven methoden hier veel te omslachtig zouden zijn, wordt duidelijk, wanneer men bedenkt, dat tijdens de operatie vaak een verschuiven van het te verwijderen object kan optreden. Voor de vereischte nieuwe plaatsbepaling kan dan kwalijk op het nemen van een of meer foto's en het ontwikkelen daarvan worden gewacht.

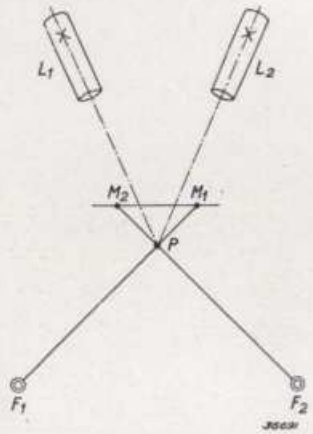



Fig. 6. Principe van de kogelzoeker. In het punt $P$ ontmoeten elkaar vier straalrichtingen: twee door de lampen $L_1$, $L_2$ uitgezonden lichtstralen (gestippeld) en twee röntgenstraalrichtingen, gedefinieerd als verbindingslijnen tusschen twee foci $F_1$, $F_2$ en twee merkteekens $M_1$, $M_2$ op een doorlichtingsscherm.

De talrijke methoden, die men heeft uitgedacht om aan de eischen van deze bijzondere toepassing te voldoen [4]), zijn eveneens alle gebaseerd op het principe, dat wij reeds noemden: de localisatie van een punt als snijpunt van twee straalrichtingen. Ook de „kogelzoeker", die onlangs bij Philips is ontwikkeld, berust hierop. Bij dit apparaat snijden elkaar in één bepaald punt $P$ vier straalrichtingen (zie *fig. 6*): twee lichtstralen $L_1$ en $L_2$, en twee stralen $R_1$ en $R_2$, die vastgelegd zijn als verbindingslijnen tusschen twee röntgenfoci $F_1$, $F_2$ en twee merkteekens $M_1$, $M_2$ op een fluoresceerend scherm. Wordt het lichaam van den patient zoodanig in de stralengang geplaatst, dat de schaduw, die $F_2$ van het projectiel werpt, op $M_2$ valt, en evenzoo de schaduw vanuit $F_1$ op het punt $M_1$, dan bevindt zich het projectiel klaarblijkelijk juist in het punt $P$, dat voor den chirurg kenbaar is gemaakt door het snijpunt der beide lichtstralen [5]).

Aangezien de ligging van den patient reeds door andere, voor de operatie belangrijke gezichtspunten wordt vastgelegd, wordt in werkelijkheid niet het lichaam met het projectiel naar het punt $P$ gebracht, maar omgekeerd het punt $P$ naar het projectiel. Verder worden niet twee röntgenbuizen tegelijk gebruikt, maar slechts één buis, waarvan het focus achtereenvolgens in de standen $F_1$ en $F_2$ kan worden gebracht. Dit is gewenscht om den patient geen onnoodig groote röntgenstralendosis toe te dienen en om niet twee op elkaar vallende beelden op het fluorescentiescherm te krijgen, hetgeen voor het beeldcontrast en ingeval van aanwezigheid van meerdere projectielstukken ook voor de overzichtelijkheid zeer nadeelig zou zijn. In *fig. 7* is het apparaat en de werkwijze schematisch

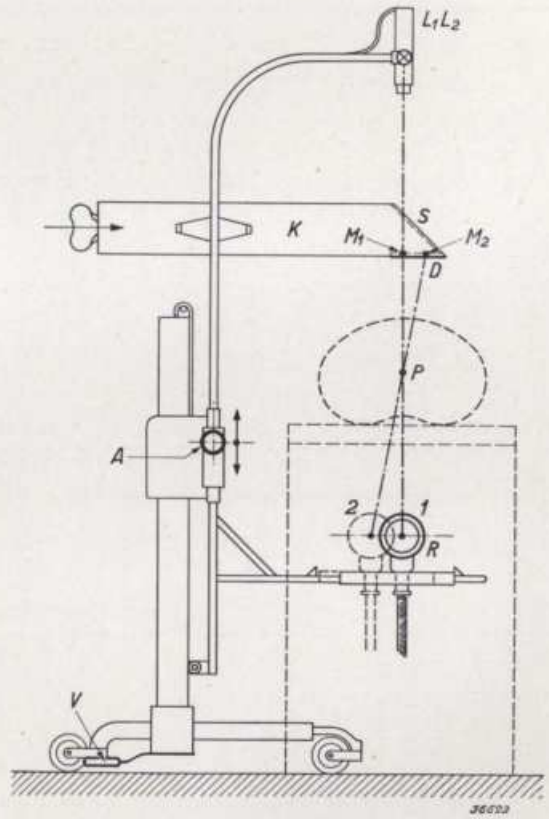



Fig. 7. Uitvoering van de kogelzoeker. *1*, *2* standen, waarin de röntgenbuis $R$ kan worden gebracht. $M_1$, $M_2$ merkteekens op doorlichtingsscherm $D$. $S$ spiegel, $K$ koker; de pijl geeft de kijkrichting van de persoon, die het toestel bedient. $L_1$, $L_2$ twee, in deze teekening juist achter elkaar gelegen, projectiestellen. Het punt $P$ wordt op de plaats van het projectiel gebracht. $A$ bedieningshandle, $V$ voetrem.

[4]) Een overzicht hiervan geeft het boekje van R. Grashey, Steckschuß und Röntgenstrahlen, Uitg. G. Thieme, Leipzig 1940.

[5]) Lichtstralen zijn voor dit doel reeds toegepast, zij het op andere wijze dan hier beschreven, door C. Chaussée; zie J. belge Radiol. **28**, 305, 1939.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023



weergegeven. Het statief, dat aan een verticaal verschuifbaar gestel de röntgenbuis, het doorlichtingsscherm en de lichtbronnen draagt, wordt naast de operatietafel geschoven zoodanig, dat de röntgenbuis, die eerst in stand *1* is gezet, zich onder den patient bevindt en de schaduw van het projectiel op het merkteeken $M_1$ van het doorlichtingsscherm $D$ valt. Dit wordt gecontroleerd door een helper, die, in de koker $K$ kijkende, het fluoresceerende beeld gemakkelijk in de spiegel $S$ kan waarnemen, zelfs zonder dat de kamer hiervoor donker behoeft te worden gemaakt. Na deze instelling, door welke het focus precies verticaal onder het projectiel is gebracht, fixeert de helper door middel van een voetrem het statief ten opzichte van horizontale verschuiving, brengt de röntgenbuis in stand *2* (zie fig. 7) en verschuift dan het beweeglijke gestel in verticale richting, totdat de schaduw van het projectiel op het merkteeken $M_2$ valt. Nu wordt de koker met het doorlichtingsscherm teruggeschoven en kan de operatie beginnen. De twee lichtvlekjes, die door de projectiestellen $L_1$, $L_2$ (in de foto's fig. 8 en fig. 9 ziet men deze beter) op de huid van den patient worden geworpen, wijzen den chirurg de weg. De richtingen der beide lichtstralen maken een hoek van ca 20° met elkander, zoodat de diepte van het punt $P$, dwz. het projectiel, onder de huid van den patient ongeveer 3 maal de onderlinge afstand der beide lichtvlekjes bedraagt.

Van essentieel belang voor een vlugge uitvoering der localisatie is het, dat de eerste instelling naderhand niet door de tweede instelling weer wordt aangetast. Dit is hier gewaarborgd, doordat bij de tweede instelling de, aan het beweeglijke stel gekoppelde, denkbeeldige lijn $1\text{-}M_1$ verticaal, dus in zichzelf, wordt verschoven en dus steeds door het punt $P$ blijft loopen. De ervaring heeft geleerd, dat op deze wijze de plaats van het object binnen één minuut op eenige millimeters nauwkeurig kan worden vastgesteld. Ook tijdens de operatie blijven

Fig. 8. Volledige opstelling voor het localiseeren van projectielen. In het midden de kogelzoeker naast een operatietafel. Rechts de bedieningslessenaar voor de röntgenbuis.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023



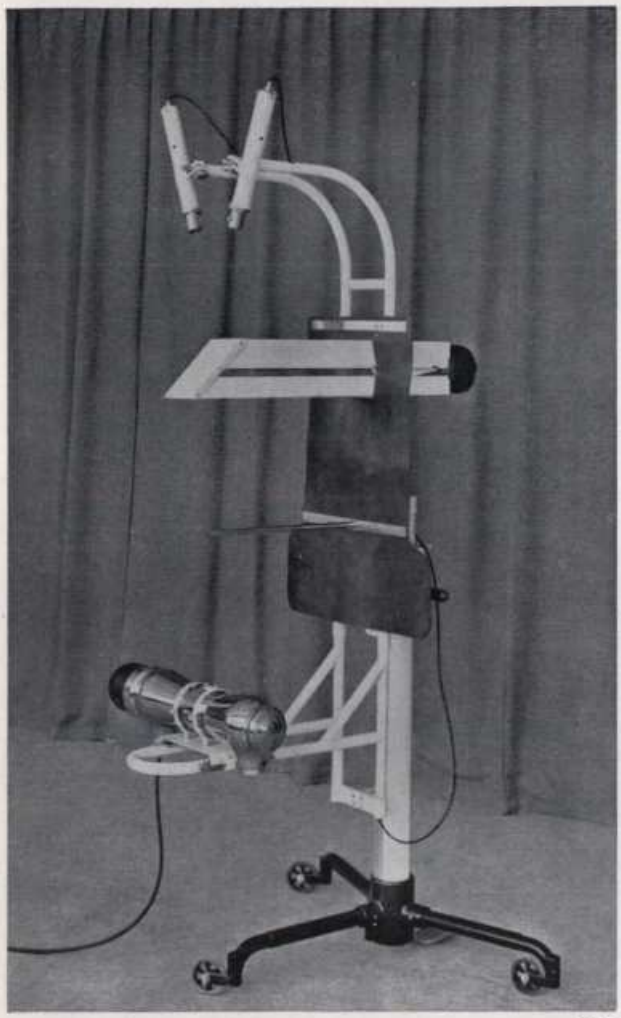


Fig. 9. Foto van de kogelzoeker. Men ziet boven de twee projectiestellen, daaronder de koker met het doorlichtingsscherm, die voor de operatie teruggeschoven kan worden. De staaf tusschen de koker en de röntgenbuis wordt alleen voor het justeeren van het geheel ingezet.

de beide lichtbundels de richting aangeven. Zoo noodig kan de waarneming tusschentijds, zonder noemenswaardige onderbreking van de operatie, worden herhaald om te controleeren, of het object niet verschoven is. In *fig. 8* is een foto van de geheele opstelling weergegeven [6]).

Het doorlichtingsscherm moet minstens zoover boven het punt $P$ liggen, als de dikte van den patient kan bedragen. Tengevolge van deze betrekkelijk groote afstand is de meetkundige onscherpte van het röntgenbeeld (halfschaduwbreedte, veroorzaakt door de eindige afmetingen van het focus) ca 3/4 van de breedte van het focus. Om een voldoend scherpe localisatie mogelijk te maken, wordt derhalve een röntgenbuis met een zeer fijn focus (schijnbare afmetingen $1{,}7 \times 1{,}7$ mm) gebruikt.

Wanneer de justeering van het toestel, dwz. het elkaar snijden van alle vier straalrichtingen in punt $P$, door geringe deformaties van het statief, bijv. ontstaan bij het vervoer, ontregeld is, kan met behulp van de in *fig. 9* zichtbare ijzeren staaf het toestel opnieuw worden gejusteerd: men brengt de punt van de staaf in het snijpunt der beide röntgenstraalrichtingen $1\text{-}M_1$ en $2\text{-}M_2$ en draait dan de beide projectiestellen $L_1$ en $L_2$ zoodanig, dat de twee lichtstralen elkaar weer op de punt van de staaf snijden.

[6]) Het beschreven toestel heeft intusschen reeds aan honderden gewonden goede diensten bewezen; zie J. Schlaaff, Zentralbl. Chirurgie **67**, 1924, 1940.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023



# HET DRAADLOOS TELEFONEEREN MET RIJDENDE AUTO'S

door C. G. A. von LINDERN. 621.396.5.029.6 : 621.396.931

Om een gemakkelijke communicatie-mogelijkheid te scheppen tusschen de centrale post en onderweg zijnde auto's van verschillende diensten (brandweer, politie, enz.) kunnen de auto's van een kleine ultra-korte-golf zender en ontvanger worden voorzien. Voor dit doel is de zend-ontvang-installatie DR 38 geconstrueerd, die op een golflengte van 4 à 4,5 m werkt. Er wordt hier een beschrijving gegeven van de zender en van de ontvanger, die een superregeneratieve detector bevat. De werkingswijze van deze detector wordt uiteengezet. Tenslotte worden de voeding, de antenne en andere details der installatie besproken. Bij proefnemingen, waarbij de antenne van de centrale post op 45 m hoogte was aangebracht, bleek het mogelijk, een goede verbinding tot stand te brengen over afstanden van 10 à 20 km.

Sedert eenige tijd gaat men er hoe langer hoe meer toe over om auto's, die gebruikt worden door de politie, de brandweer, groote garages en andere diensten, uit te rusten met radiozenders en -ontvangers, waarmede een telefonische verbinding tusschen de auto en een centrale post tot stand kan worden gebracht. De groote practische beteekenis van een dergelijke communicatie-mogelijkheid voor de genoemde diensten ligt voor de hand: de centrale post kan op deze wijze orders geven aan de op patrouille of voor hulpverleening onderweg zijnde wagens, terwijl omgekeerd deze ter plaatse rapport kunnen uitbrengen, instructies of zoo noodig versterking kunnen vragen, enz.

Bij andere vervoermiddelen, met name op schepen en in vliegtuigen, is men aan het gebruik van zend-ontvang-installaties reeds lang gewend. De eischen, die aan een dergelijke apparatuur voor auto's worden gesteld, zijn echter in sommige opzichten aanzienlijk zwaarder dan voor scheeps- of vliegtuiginstallaties. Er staat zoowel voor het toestel als voor de antenne slechts een zeer beperkte plaatsruimte ter beschikking; het energieverbruik is gebonden aan de grens van hetgeen de accubatterij van de auto leveren kan; verder moet voor een door de stad rijdende auto rekening worden gehouden met een zeer hoog storingsniveau. Tenslotte moet de installatie natuurlijk door leeken bediend kunnen worden, daar het niet doenlijk zou zijn, in elke auto een specialen radio-telegrafist mee te laten rijden.

De uit deze en andere eischen voortvloeiende consequenties voor de bouw van een dergelijke installatie willen we hier nader bespreken, waarbij we speciaal de uitvoering van de Philips auto-installatie type DR 38 zullen beschrijven, die op initiatief van de „Commissie voor bijzondere radiodiensten op zeer hooge frequenties" is ontwikkeld.

## Keuze van de golflengte

Om bij een beperkt energieverbruik nog een behoorlijke straling te krijgen, moet men een antenne met een hoog stralingsrendement toepassen. Practisch komt dit hierop neer, dat de lengte van de antenne $^1/_4$ of $^1/_2$ maal de golflengte moet zijn. Daarmede is de keuze van de golflengte al dadelijk beperkt tot het gebied beneden 10 m, want het behoeft wel geen betoog, dat het onmogelijk is om als antenne een gevaarte van vele meters hoogte op de auto te monteeren. Ook het hooge storingsniveau in de steden leidt tot een dergelijke beperking in de keuze der golflengte: met het geringe beschikbare vermogen heeft de autozender geen kans, de heerschende storingen te overstemmen; hij moet dus het frequentiespectrum van de aanwezige storingen zooveel mogelijk trachten te ontloopen. Bij zeer hooge frequenties, boven ca $60 \cdot 10^6$ per/sec, is het storingsniveau voldoende laag. De installatie DR 38 werkt dan ook op golflengten van 4 tot 4,5 m ($75\text{-}67 \cdot 10^6$ per/sec). Weliswaar ondervinden deze zeer korte golven reeds een merkbare schaduwwerking door obstakels op hun weg, zooals heuvels, bosschen, gebouwencomplexen, zoodat het voor een goede verbinding tusschen de auto en de centrale post gewenscht is, dat een tusschen de beide antennes getrokken rechte lijn zoo goed mogelijk vrijloopt van hindernissen. Dit is echter geen bezwaar, want de antenne van de centrale post kan men zonder veel moeite op een zoo groote hoogte aanbrengen, dat zij nog op eenige tientallen kilometers afstand „zichtbaar" is, en dit is voor de genoemde diensten ruim voldoende, daar de wagens zich in het algemeen slechts in een rayon van betrekkelijk geringe uitgestrektheid behoeven te bewegen.

## De zender

De zender bevat als oscillator een teruggekoppelde triode (TE 05/10). Het afstemmen en constant houden van de frequentie van de oscillator wordt bij dergelijke korte golven veelal bewerkstelligd met behulp van een Lecher-systeem (een zg. lange lijn); met het oog op de beperkte plaatsruimte kwam

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023



deze methode echter in ons geval niet in aanmerking. Er is derhalve een $L$-$C$-kring toegepast, die in principe overeenkomt met de kringen voor omroepgolflengten, echter met het oog op de bij hooge frequenties optredende verliezen geheel anders wordt uitgevoerd. In *fig. 1* is de constructie weergegeven

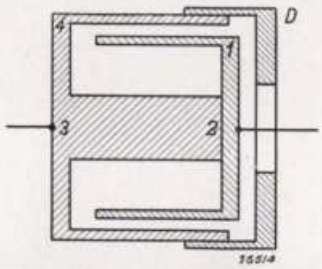



Fig. 1. Constructie van de verliesarme trillingskring, die de frequentie van de zender vastlegt. De constructie kan men ontstaan denken uit een rechthoekige stroomlus *1234*, waarin tusschen *1* en *4* een capaciteit is geschakeld, terwijl men het geheel om de as *23* laat wentelen. De magnetische krachtlijnen, die verantwoordelijk zijn voor de zelfinductie, verloopen in cirkels rondom de as *23*, geheel binnen het verkregen omwentelingslichaam. De spleet van de „lus", waarin de electrische krachtlijnen verloopen, die aansprakelijk zijn voor de capaciteit, is zoo smal, dat ook hier vrijwel geen krachtlijnen naar buiten treden, zoodat de verliezen door inductie in de omgeving en door straling slechts zeer klein zijn. Door de groote koperdoorsnede der stroomlus zijn ook de ohmsche verliezen gering, terwijl door het gebruik van lucht als diëlectricum de diëlectrische verliezen verwaarloosbaar klein zijn.

en nader toegelicht. De ohmsche, diëlectrische en stralingsverliezen zijn hier tot een minimum beperkt, zoodat een zeer scherpe resonantiekromme en daarmede een groote frequentiestabiliteit wordt verkregen. Door meer of minder aandraaien van het deksel $D$ kan de capaciteit worden gevarieerd en daarmede de resonantiefrequentie tusschen 75 en $67{\cdot}10^6$ per/sec ingesteld; de instelling behoeft echter slechts éénmaal te geschieden, nadat de te gebruiken golflengte, die natuurlijk voor verschillende diensten in eenzelfde rayon verschillend moet zijn, is vastgesteld.

De beschreven kring is geschakeld tusschen rooster en kathode van de zendbuis, zie het schema *fig. 2*. De frequentie wordt derhalve mede bepaald door de parallel aan de kringcapaciteit staande capaciteit tusschen rooster en gloeidraad, die door de capaciteit $C_{ag}$ tusschen anode en rooster nog schijnbaar wordt verhoogd met een bijdrage $g\,C_{ag}\,R_a/(R_i+R_a)$, waarin $g$ de versterkingsfactor, $R_a$ en $R_i$ resp. de uitwendige en inwendige weerstand van de buis zijn. Aangezien $R_a$ afhangt van de antenneketen, die met de anodekring is gekoppeld, zal de frequentie dus eenigszins door de antenne worden beïnvloed en zal derhalve bij het aanbrengen van de installatie in de auto de tevoren ingestelde golflengte iets kunnen veranderen. Tijdens het rijden van de auto zal de frequentie dan nog een weinig kunnen varieeren tengevolge van de steeds wisselende omgeving, die van invloed is op de antenneketen. Ook bij het moduleeren, dat geschiedt door veranderen van de anodespanning, zal de frequentie varieeren, daar hierbij o.a. veranderingen van de buiscapaciteiten optreden. Om al deze frequentievariaties klein te houden, is de genoemde buis TE 05/10 zoo geconstrueerd, dat de capaciteiten slechts kleine waarden hebben. (Een eikel- of knoopbuis, die in dit opzicht dank zij haar kleine afmetingen aan zeer hooge eischen voldoet [1]), kon hier niet worden gebruikt, daar deze geen voldoende vermogen kan leveren.) Bij 90% modulatiediepte varieert nu de frequentie nog ca 25 000 per/sec, hetgeen in verband met de groote bandbreedte, die de ontvangers in dit golflengtegebied mogen hebben, niet meer hinderlijk is.

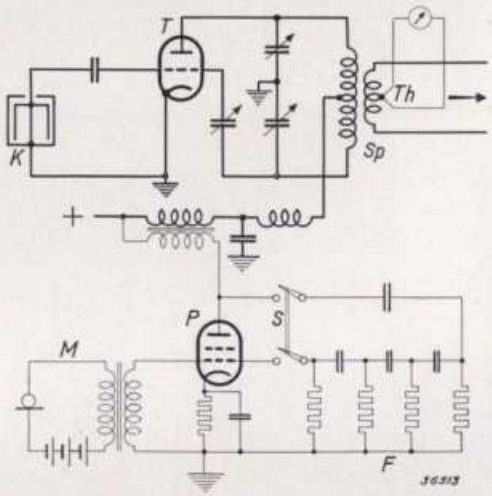



Fig. 2. Vereenvoudigd schema van de zender. $T$ zendtriode, $K$ verliesarme kring, $Sp$ antennekoppelspoel, $Th$ thermokruis. Het dun geteekende gedeelte der schakeling dient voor het moduleeren. Hierin is: $P$ laagfrequentie-penthode, $M$ microfoonketen, $F$ fasedraaiend element voor het opwekken van de oproeptoon, $S$ schakelaar (seinsleutel) voor het oproepen (resp. telegrafeeren).

Voor het moduleeren dient een laagfrequentiepenthode, waarvan de roosterwisselspanning rechtstreeks door de microfoon wordt geleverd. De modulatorbuis wordt tevens gebruikt voor het genereeren van het oproepsignaal, dat in een toon van 1000 per/sec bestaat. Hiertoe wordt een gedeelte der anodewisselspanning van de buis naar het rooster teruggevoerd via een filter (zie fig. 2), dat de fase van spanningen met verschillende frequenties in verschillende mate draait en wel zoodanig, dat alleen voor een frequentie van ongeveer 1000 per/sec de fasedraaiing de juiste waarde heeft om een opslingeren der trilling te veroorzaken.

[1]) Zie de afbeelding in Philips techn. T. **5**, 177, 1940.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023



Deze terugkoppeling kan men met een als seinsleutel uitgevoerde schakelaar in bedrijf zetten; men kan op deze wijze behalve het oproepsignaal ook Morse-teekens geven.

In de koppelspoel, waarmede de antenne aan de anodekring is gekoppeld, is een thermokruis opgenomen, waarmede de stroom hier ter plaatse kan worden gemeten, hetgeen een contrôle op de goede werking der zendinstallatie veroorlooft. Het door de zender aan de antenne afgegeven vermogen bedraagt 5 à 6 watt.

**De ontvanger**

Bij de constructie van de ontvanger stond de wensch voorop, met zoo weinig mogelijk trappen uit te komen, teneinde met een geringe plaatsruimte te kunnen volstaan en het aantal mogelijkheden van defecten zooveel mogelijk te beperken. Anderzijds moet de ontvanger toch een groote gevoeligheid bezitten, terwijl met het oog op de belangrijke veldsterkte-variaties, die tijdens het rijden kunnen optreden, een goed en snel werkende automatische volumeregeling gewenscht is.

Aan deze eischen kan bijzonder goed worden voldaan door toepassing van een zg. superregeneratieve detector. We zullen hier iets nader op ingaan [2]).

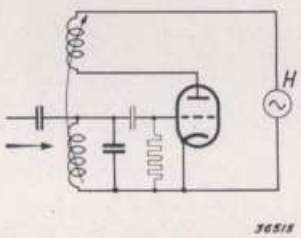



Fig. 3. Principeschema van een superregeneratieve detector. Door de hulposcillator $H$ wordt de anodespanning zoodanig beïnvloed, dat de schakeling periodiek gaat oscilleeren.

Bij het inschakelen van een oscillator, bijv. een versterkerbuis met een teruggekoppelde trillingskring (zie *fig. 3*), neemt de amplitude $E$ der gegenereerde trilling aanvankelijk volgens een exponentieele wet toe: $E = E_0 \exp(\alpha t)$, om dan tengevolge van de begrenzing door de buiskarakteristiek een bepaalde eindamplitude te bereiken. De tijd $\tau$, noodig voor het opslingeren der trilling tot deze eindamplitude (we bedoelen hiermee die amplitude, waarbij het ombuigen vanuit het exponentieele verloop optreedt), zal afhangen van de beginamplitude $E_0$. Van belang is hierbij, dat het verschil $\tau_1 - \tau_2$ der opslingertijden bij twee verschillende beginamplituden $E_1$, $E_2$ uitsluitend bepaald is door de verhouding $E_2/E_1$, immers

$$\tau_1 - \tau_2 = \frac{1}{\alpha} \ln \frac{E_2}{E_1}.$$

Voeren we een te ontvangen signaal, bijv. een gemoduleerde draaggolf, aan het rooster van de oscillatorbuis (de superregeneratieve detector) toe en veranderen we bijv. de anodespanning van de oscillator periodiek zoodanig, dat hij telkens gedurende een tijd $T$ kan oscilleeren terwijl daarna de oscillatie plotseling wordt gedoofd, dan fungeert de bij het begin van elke periode $T$ aanwezige signaalamplitude telkens als beginamplitude. Gedurende een tijdvak $\Delta = T - \tau$ in elke periode $T$ oscilleert de oscillator met maximale amplitude en loopen er groote anodewisselstroomen. Door het laden van de roostercondensator door de gelijktijdig met de anodewisselstroom aangroeiende roosterstroom treedt daarbij op de normale wijze detectie op, dwz. het werkpunt op de karakteristiek van de buis verschuift steeds zoodanig, dat de anodegelijkstroom op dezelfde wijze verloopt als de omhullende van de hoogfrequente anodewisselstroom. In *fig. 4* is dit schematisch voorgesteld. De tijd $\Delta$, gedurende welke de maximale anodegelijkstroom vloeit, dus ook de per periode $T$ door de anode-impedantie stroomende hoeveelheid lading, varieert van periode tot periode met de signaalamplitude. Door geschikte keuze der anode-impedantie verkrijgt men op deze wijze betrekkelijk groote laagfrequente wisselspanningen, wier verloop bij voldoend kleine $T$ een getrouw beeld vormt van de wisselingen der ontvangen signaalamplitude (modulatie) en wier grootte volgens de gegeven uiteenzetting

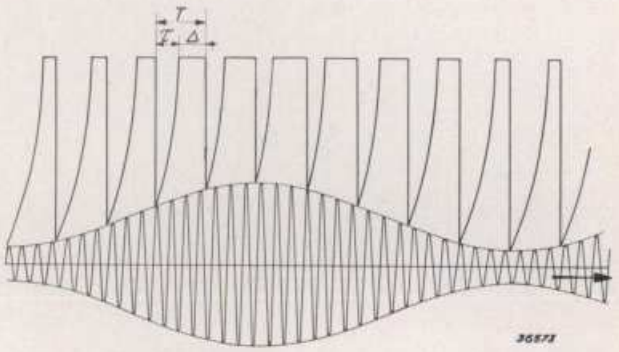



Fig. 4. Het te ontvangen signaal (gemoduleerde draaggolf) en het verloop van de gelijkgerichte stroom door de buis. De hoogfrequente trilling wordt telkens van de gegeven signaalamplitude af volgens de hier geteekende omhullende opgeslingerd tot een constante eindamplitude (opslingertijd $\tau$) en na een constante tijd $T$ gedoofd. Eenvoudigheidshalve is hier ondersteld, dat na de exponentieele toename de amplitude plotseling constant wordt en bij het dooven plotseling tot de (nieuwe) beginwaarde valt. (De trillingen worden naar verhouding veel hooger opgeslingerd dan volgens deze teekening.)

[2]) Verg. hiervoor E. H. Armstrong, Proc. Inst. Rad. Eng. **10**, 244, 1922; P. David, Onde él. **7**, 217, 1928; H. O. Roosenstein, Hochfrequenztechn. u. Elektroakust. **42**, 85, 1933.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023



onafhankelijk is van de grootte der signaalamplitude $E$ en alleen bepaald wordt door de maximale verhouding $E_2/E_1$, dat is de modulatiediepte van het signaal. Men kan dus eenerzijds met één buis reeds een zeer groote versterking verkrijgen en heeft anderzijds een ideale „automatische volumeregeling". Is er geen te ontvangen signaal aanwezig, dan fungeeren de spontane spanningsfluctuaties door de warmtebeweging der electronen enz. als beginsignaal voor het periodiek opslingeren en men krijgt dit als sterk ruischen te hooren, evenals dit bij een superheterodyne-ontvanger met automatische volumeregeling bij afwezigheid van een signaal het geval is.

Het periodiek in werking stellen van de oscillator kan geschieden met behulp van een afzonderlijke kleine oscillatorbuis, die bijv. de anodespanning in het gewenschte rhythme verandert. Daarbij moet, zooals reeds werd aangestipt, de periode $T$ klein genoeg worden gekozen, om bij het „aftasten" van de signaalspanning een voldoend aantal punten van de modulatiekromme op te nemen (fig. 4). De hulpfrequentie moet dus aanzienlijk hooger zijn dan de hoogste weer te geven spraakfrequentie. Anderzijds mag men $T$ ook niet willekeurig klein kiezen. Hierboven hebben we, sprekende van de tijdvakken $\Delta$ van maximaal genereeren, stilzwijgend ondersteld, dat $T$ steeds grooter is dan de opslingertijd $\tau$. Voor voldoend kleine beginamplitude echter zal dit niet meer opgaan, de oscillaties bereiken dan in het geheel niet de in de figuur geteekende eindamplitude. Signalen onder een bepaalde amplitudegrens, die hooger ligt naarmate $T$ kleiner is, worden hierdoor practisch niet meer weergegeven. Door varieeren van de hulpfrequentie ($T$) kan men derhalve de gevoeligheid van de ontvanger regelen en daarmede ook, wanneer op betrekkelijk sterke signalen gerekend kan worden, het ruischen in de pauzen van de ontvangst verminderen.

Bij de uitvoering van de ontvanger in de hier beschreven installatie is op de volgende wijze nog een buis bespaard. Het periodiek genereeren van de oscillator wordt hier niet door een hulposcillator bewerkstelligd, maar geschiedt automatisch, dank zij een geschikte dimensioneering van de condensator en de lekweerstand in de roosterkring en een voldoend vaste terugkoppeling. Bij het oscilleeren wordt de negatieve roosterspanning snel zoo groot, dat de oscillaties, even nadat ze een bepaalde waarde hebben bereikt, plotseling afbreken. De roostercondensator ontlaadt zich dan en het spel begint opnieuw (het zg. overgenereeren [3]). De werking van de schakeling is nu in zooverre anders, dat de tijdvakken van oscilleeren niet streng periodiek op elkaar volgen, maar de oscillaties en dank zij de detectie ook de anodegelijkstroom zoo verloopen, dat gedurende elk tijdvak van oscillatie ongeveer dezelfde lading door de buis stroomt. De tijdvakken volgen bij groote signaalamplitude snel, bij kleine minder snel op elkaar (zie *fig. 5*). Een nadere beschouwing toont, dat ook nu de wisseling van het tijdsgemiddelde der ladingen (de verkregen geluidsterkte dus) practisch alleen door de modulatiediepte van het ontvangen signaal wordt bepaald.

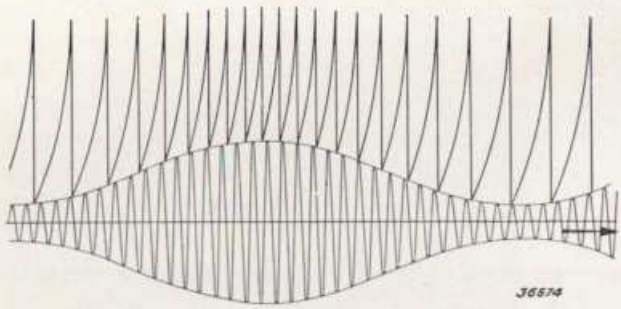



Fig. 5. Hetzelfde als in fig. 4, bij gebruikmaking van het overgenereeren. Het opslingeren vindt nu niet met constante tusschenpoozen plaats, maar bij groote signaalamplitude zijn de tusschenpoozen kleiner, bij kleine signaalamplitude grooter.

Er zij hier nog op gewezen, dat de automatische volumeregeling, die men bij een superheterodyne-ontvanger kan aanbrengen, steeds met een zekere vertraging moet werken, teneinde de modulatie van de draaggolf niet „weg te regelen"; bij de superregeneratieve ontvangers daarentegen werkt de „regeling" zonder eenige vertraging, eventueel optredende storingen (plotseling optredend signaal met grootere draaggolfamplitude) worden derhalve beter onschadelijk gemaakt.

De als superregeneratieve detector gebruikte oscillatorbuis is een eikelbuis (4671). Vóór de detector is een trap hoogfrequentie-versterking geschakeld, hetgeen verschillende voordeelen heeft: Men kan met een kleinere gevoeligheid van de detector volstaan en vermindert daardoor het in de pauzen van de ontvangst optredende ruischen. De straling van de ontvangantenne, veroorzaakt door het periodiek genereeren van de detector, wordt belangrijk verminderd, zoodat andere in de omgeving zijnde ontvangers minder worden gestoord. Verder wordt door de hoogfrequentie-versterkertrap vermeden, dat het gelijkmatig op de juiste wijze en in het gewenschte frequentiegebied doen overgenereeren van de detector, hetgeen een zeer zorgvuldige instelling van alle deelen der schakeling vereischt, in gevaar zou worden gebracht door een

[3]) Zie bijv. Philips techn. T. **3**, 255, 1938.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023



veranderlijke impedantie in de roosterkring (nl. door de antenne-aankoppeling).

Op de detector volgen nog twee trappen laagfrequentie-versterking met een dubbelpenthode (ELL 1), waarvan de eene helft als eindversterker werkt en 2 watt aan een aangesloten luidspreker kan afgeven. Er wordt alleen voor het oproepen een luidspreker gebruikt (zie hieronder). 2 watt zijn ruim voldoende om de oproeptoon ook bij het rijden door een rumoerige straat goed hoorbaar te maken. Het gesprek zelf wordt gevoerd met behulp van een normale telemicrofoon, waarvan het opnemen de luidspreker automatisch uitschakelt [4]).

## De voeding

De gloeidraden der buizen, die in totaal ca 20 W verbruiken, worden rechtstreeks uit de 6 V-accubatterij van de auto gevoed. De anodespanningen worden hieruit verkregen door middel van een triller-omvormer [5]). Deze bevat een vibreerende tong met twee paren contacten, zie *fig. 6*. Door het

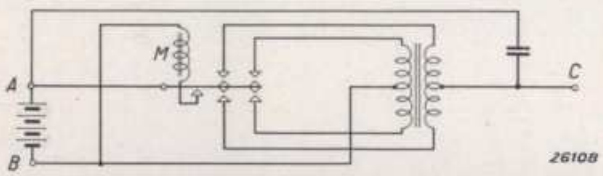



Fig. 6. Schema van de triller. De electromagneet *M* houdt een vibreerende tong in beweging, waarop twee stellen contacten, die gelijktijdig in de primaire en in de secundaire wikkeling van de transformator de stroomrichting omkeeren. Na vereffening wordt op deze wijze uit de 6 V-accubatterij *AB* een gelijkspanning van 250 V verkregen, die tusschen *A* en *C* kan worden afgenomen.

ééne stel contacten wordt een van de accupolen afwisselend met de einden van een transformatorwikkeling verbonden, waardoor hierop een wisselspanning ontstaat. Deze spanning wordt tot de gewenschte waarde opgetransformeerd en dan met behulp van het tweede stel contacten in een (pulseerende) gelijkspanning omgezet, die vervolgens wordt vereffend. Daar het te verwerken vermogen (60 W) te groot is voor één dergelijke triller, zijn in de omvormer twee trillers parallel geschakeld.

Daar het gewenscht was, de omvormer in dezelfde kast als de ontvanger onder te brengen, moest wel bijzonder zorgvuldig worden gelet op het vermijden van storingen. De vonken van de trillercontacten zijn door overbruggen met geschikte weerstanden en condensatoren zooveel mogelijk weggenomen, hetgeen trouwens ook met het oog op de levensduur der contacten noodzakelijk is. Verder is de geheele omvormer afgeschermd en zijn in de toevoerleidingen naar de ontvanger filters aangebracht, waardoor de storingen tot een onschadelijk niveau worden teruggebracht.

De stroom in de primaire keten van de omvormer bedraagt 10 A, de toevoerleidingen naar de accu moeten dus kort en dik zijn en overgangsweerstanden in de contacten moeten klein worden gehouden. Een weerstand van bijv. 0,1 ohm in deze keten zou reeds een daling der anodespanning met 15% veroorzaken.

Op de centrale post van de dienst wordt dezelfde zender en ontvanger gebruikt als in de auto's. De voeding kan hier echter uit het wisselstroomnet plaats vinden, waarbij de omvormer wordt vervangen door een normaal plaatspanningsapparaat.

## De antenne

Als antenne van het mobiele station wordt een antenne van een kwart golflengte gebruikt, d.i. een verticale staaf van ongeveer 1 m lengte, waarbij de stalen kap van de auto als tegencapaciteit dient. *Fig. 7* laat zien, hoe de antenne is aangebracht. Om beschadiging van het vrij dunne dak van de auto te vermijden, moet de antenne zoo dun en licht mogelijk zijn, opdat bij het remmen en versnellen en door schokken niet te groote massakrachten ontstaan. Men maakt de staaf het best naar boven eenigszins conisch. Om garages binnen te kunnen rijden en onder allerlei hindernissen, zooals laaghangende boomtakken, door te kunnen rijden, brengt men in de antenne ter hoogte van de bevestiging op het dak een kleine veerconstructie aan.

De antenne wordt zoowel voor het zenden als voor het ontvangen gebruikt. Het omschakelen van de antenne op de zender resp. ontvanger geschiedt met de reeds vermelde schakelaar (zie *fig. 8*), welke tevens de anodespanning van de zender op de ontvanger omschakelt en bij het ontvangen de voeding van de koolmicrofoon onderbreekt. In een derde stand van de schakelaar wordt de reeds vermelde antennestroommeter ingeschakeld, die in het normale bedrijf is kortgesloten om niet door een eventueel defect van het thermokruis een onderbreking tijdens het zenden te kunnen krijgen.

Bij de antenne van de centrale post behoeft men

---

[4]) Daar voor het oproepen slechts één bepaalde toonfrequentie noodig is, kan men desgewenscht ook een filter vóór de luidspreker schakelen, dat alleen een smal frequentiegebied rondom de oproeptoonfrequentie doorlaat. Op deze wijze wordt het ruischen, dat men bij afwezigheid van een te ontvangen signaal hoort, sterk verzwakt. Andere mogelijkheden om dit ruischen te vermijden, zijn bijv. het gebruik van een oproeplampje in plaats van een luidspreker of het doen kortsluiten van de luidspreker door de spanningen in het frequentiegebied boven 3500 per/sec (die alleen in het ruischen optreden en bij de ontvangst van een signaal wegvallen).

[5]) Zie: J. W. Alexander, Auto-radio, Philips techn. T. **3**, 113, 1938.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

Fig. 7. De antennestaaf is midden op het dak van de auto vastgeschroefd, dat tevens als tegencapaciteit dient. Onder het instrumentenbord van de auto ziet men de zend-ontvanger DR 38.

zich niet dezelfde beperkingen op te leggen als bij de mobiele stations; men kan hier een antenne van een halve golflengte, of beter meerdere dergelijke antennes boven elkaar, toepassen. Door meerdere antennestaven boven elkaar te gebruiken, verkrijgt men een bundeling van de uitgestraalde energie in het horizontale vlak. Met drie antennestaven bijv. bereikt men dan ongeveer hetzelfde resultaat als met een zender met het drievoudige vermogen.

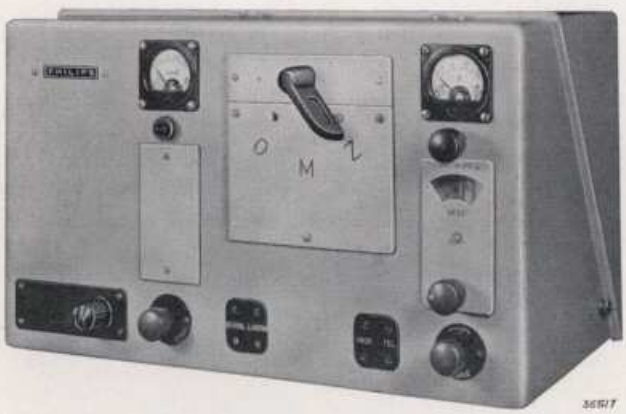


Fig. 8. De zend-ontvanger DR 38. In het midden de schakelaar met drie standen voor het ontvangen, meten, zenden. Daaronder de aansluitingen voor de telemicrofoon en de oproepluidspreker.

**Gebruik der installatie en resultaten**

Tijdens het rijden staat de schakelaar van het toestel normaal op ontvangen en de telemicrofoon ligt op de haak, zoodat de oproepluidspreker is ingeschakeld. Heeft één station, hetzij de centrale post, hetzij één der wagens, een mededeeling te doen, dan schakelt dit station om op „zenden" en zendt dan door middel van de reeds beschreven inrichting in het modulatiesysteem de oproeptoon uit. Hierdoor worden alle andere stations van de dienst tegelijk opgeroepen en kunnen dus de mededeeling ontvangen. Bij vele diensten zal dit geen bezwaar of zelfs gewenscht zijn, opdat de diverse wagens op de hoogte van elkaars instructies en bewegingen blijven. Wil men echter de mogelijkheid hebben om een wagen individueel op te kunnen roepen, dan kan hierin door een kiesinrichting, als bij de telefoon gebruikelijk, worden voorzien.

Met de beschreven installatie zijn proefnemingen gedaan, waarbij de antenne van het vaste station op ca 45 m hoogte boven de grond was aangebracht. Met het mobiele station in de rijdende wagen was nog een goede communicatie mogelijk op afstanden van 10 à 20 km. De grootste afstand, waarop nog juist een bericht kon worden overgebracht, bedroeg 45 km. Bij deze en nog grootere afstanden, waar de

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023



veldsterkte zeer klein wordt, gaan staande golven, die door reflectie aan allerlei obstakels in het terrein ontstaan, een merkbare rol spelen. Vaak blijkt dan een verplaatsing der installatie van enkele meters de communicatie aanzienlijk te beïnvloeden. In de groote steden is, zooals in de inleiding reeds werd vermeld, vooral het storingsniveau van belang. Dit blijkt echter bij de hier gekozen frequenties zeer mee te vallen. Alleen de tegenliggers geven soms bij het passeeren een onaangename storing, veroorzaakt door de bougies. De eigen wagen moet men natuurlijk in dit opzicht grondig ontstoren, hetgeen gedaan wordt door behalve de bij een auto-omroepontvanger gebruikelijke ontstoringsmiddelen nog weerstanden van ca 10 000 ohm in serie met de bougies aan te brengen.

---

# OPTISCHE MODELPROEVEN OMTRENT DE RICHTINGSVERDEELING VAN GELUID IN ZALEN

door R. VERMEULEN.

534.846.6 : 534.846.3

De geluidsverdeeling in een zaal kan op eenvoudige wijze worden nagebootst door de lichtverdeeling in een verkleind model van de zaal. Met behulp van een kleine camera obscura kan men op bepaalde plaatsen van het model de richtingsverdeeling van het licht bepalen en zoodoende iets te weten komen over de richtingsverdeeling van het geluid in de zaal. Enkele opnamen worden getoond, die gemaakt zijn in een model van een omroepstudiogebouw.

Om de verdeeling van de straling van een geluidsbron in een zaal te bestudeeren kan men met vrucht gebruik maken van verkleinde modellen, waarbij de geluidsbron vervangen wordt door een lichtbron en de wanden vervaardigd worden uit een materiaal, dat het licht zoo veel mogelijk op dezelfde wijze reflecteert, als het geluid in de werkelijke zaal door de wanden wordt teruggekaatst.

In een vroeger artikel in dit tijdschrift werd uiteengezet, hoe men met behulp van dergelijke modellen de acoustiek van schouwburgzalen kan bestudeeren [1]). Het principe der hiertoe gebruikte modellen is weergegeven in *fig. 1*. Het gedeelte van de zaal, waarin het gehoor zich bevindt, is open gelaten. Dit kan zonder bezwaar worden gedaan, daar het geluid, dat op het auditorium invalt, practisch volledig wordt geabsorbeerd. De lichtbron bevindt zich op de plaats van het tooneel, resp. het orkest.

Plaatst men nu in de opening een fotografische of een matglazen plaat, dan zal deze door het directe licht van het lampje en door het gereflecteerde licht van het plafond en de zijwanden worden getroffen. De verdeeling van de verlichtingssterkte over het grondoppervlak zal overeenkomen met de verdeeling van de geluidsterkte over het auditorium. Dit geldt althans in zooverre de voortplanting van het geluid plaats vindt volgens de regelen van de geometrische optica. Dit is het geval voor hooge tonen, waarvan de golflengte klein is ten opzichte van de afmetingen der vlakken, waaraan het geluid wordt gereflecteerd, voor lage tonen echter niet.

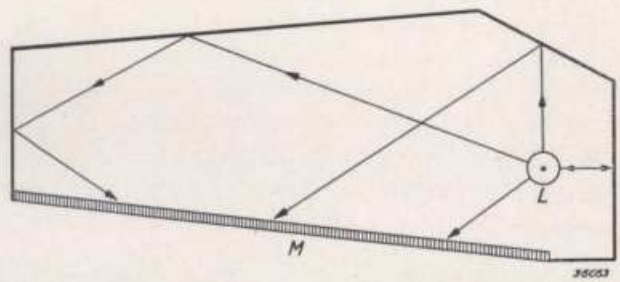



Fig. 1. Optisch model voor het onderzoek van de geluidsverdeeling in een zaal. De geluidsbron is voorgesteld door een lampje *L*. De wanden van het model zijn van blank aluminium gemaakt. Op de plaats, waar zich de toehoorders bevinden, is een matglazen plaat *M* aangebracht. De lichtverdeeling over deze matglazen plaat levert een beeld van de geluidsverdeeling over het auditorium.

Een verdere restrictie, wat de juistheid van het model betreft, is hierin gelegen, dat het vrijwel onmogelijk is om de optische reflectie-coëfficienten zoo groot te maken als de acoustische reflectiecoëfficienten van vele gebruikelijke wandbekleedingen zijn [2]). Daardoor bevindt zich in een zaal steeds nog een aanmerkelijke hoeveelheid geluidstraling, afkomstig van herhaalde reflecties, die door het optische model niet wordt weergegeven. Deze ge-

[1]) Philips techn. T. **1**, 46, 1936.

[2]) De modellen werden vervaardigd van aluminium, dat, geheel schoon en blank gepolijst, een optische absorptiecoëfficient van ca 15% bezit. Dit is ongeveer gelijk aan de acoustische absorptie-coëfficient van een vloerkleed, terwijl een harde muur slechts ongeveer 3% absorptie bezit.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023



luidstraling heeft meestal een vrij lange afstand afgelegd en daardoor een zoodanige vertraging ondergaan, dat ze geen bijdrage meer levert tot de verstaanbaarheid van spraak, maar als nagalm of echo wordt waargenomen.

Verschijnselen van nagalm of echo zullen dus vaak met behulp van optische modellen niet kunnen worden onderzocht. Interesseeren we ons echter in de eerste plaats voor de verstaanbaarheid, dan kunnen we optische modellen met goed succes toepassen. Voor de verstaanbaarheid zijn nl. in de eerste plaats de componenten met hooge frequentie in het geluid van belang [3]), wier uitbreiding zeer goed aan de geometrisch-optische wetten gehoorzaamt. Bovendien dragen tot de verstaanbaarheid alleen stralen bij, die van de geluidsbron tot de hoorder niet langer zijn dan 20 m. Dit zijn stralen, die in een zaal van normale afmetingen meestal slechts één of twee reflecties zullen hebben ondergaan [3]), waarbij de te groote absorptie in het optische model nog niet storend tot uiting komt. Voor dit zg. nuttige geluid kan men dus zeggen, dat zoowel de intensiteit als de richtingsverdeeling van de straling in elk punt van de ruimte overeenkomt met intensiteit en richtingsverdeeling van het licht in het overeenkomstige punt van het model.

De vroeger beschreven proeven geven alleen inlichting over de totale geluidsintensiteit op een bepaalde plaats, niet echter over de richting, van waar het geluid invalt. Bij het onderzoek van schouwburgzalen bestaat hieraan in het algemeen ook geen behoefte; wel is dit echter het geval bij het onderzoek van omroepstudio's, waar men ter plaatse van de microfoon zoowel de intensiteit als de richtingsverdeeling van het geluid wenscht te kennen.

Om de richtingsverdeeling van de straling, die op een bepaalde plaats invalt, te kunnen bepalen, werd een „camera obscura" geconstrueerd (zie *fig. 2*). Deze heeft de vorm van een kubus met een ribbe van 1 cm lengte. In de middelpunten van twee tegenover elkaar gelegen wanden zijn kleine gaatjes geboord, terwijl halverwege tusschen deze gaatjes een stukje fotografisch papier is aangebracht, dat aan beide kanten lichtgevoelig is. Brengt men deze camera op een plaats in het model, waar men de richtingsverdeeling van het geluid wenscht te onderzoeken (zie *fig. 3*), dan zal op de vóór- resp. achterkant van het fotografische papier een beeld verschijnen, waaruit men kan opmaken, uit welke richting het licht hoofdzakelijk op de vóór- resp. achterkant van de camera obscura is gevallen.

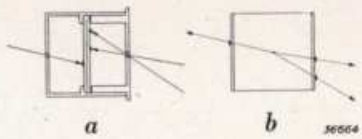



Fig. 2. *a*) Camera obscura (ware grootte) voor het bepalen van de richtingsverdeeling van licht op een bepaalde plaats van een ruimte.
*b*) De verkregen foto's, geplakt op een kubus van dezelfde grootte als de camera, leveren een aanschouwelijk beeld van de richtingsverdeeling.

De gezichtshoek van de camera obscura naar de voor- resp. achterzijde bedraagt slechts ongeveer 90°. Door drie opnamen te maken, waarbij de gaatjes van de camera één keer naar voren en achteren, één keer naar rechts en links en één keer naar boven en beneden wijzen, kan een volledig beeld van de richtingsverdeeling van het geluid op de onderzochte plaats worden verkregen.

Dit beeld kan men zeer aanschouwelijk voorstellen door de verkregen foto's zoodanig op een kubus te plakken, dat de verbindingslijn tusschen het middelpunt van die kubus en een gezwart punt van een opgeplakte foto overeenkomt met de richting van de straal, die de zwarting van dat punt heeft veroorzaakt (fig. 2*b*).

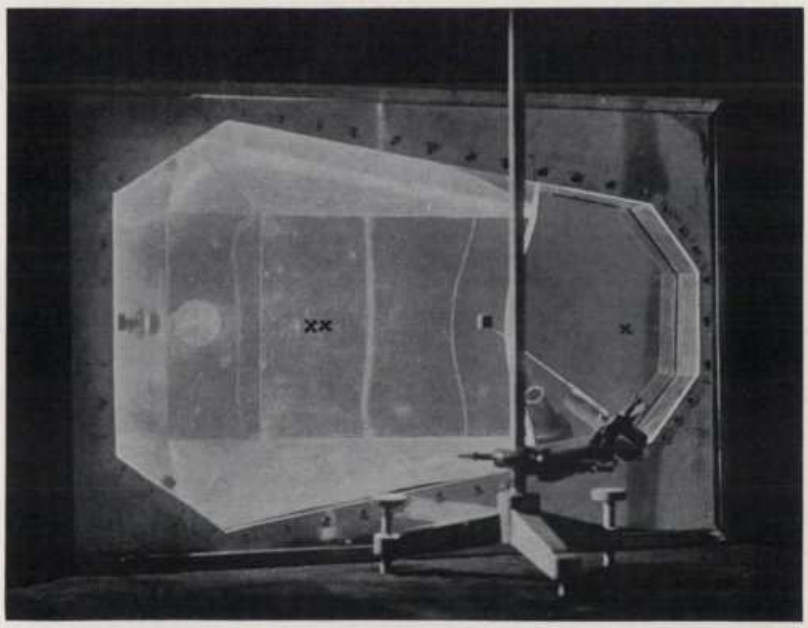



Fig. 3. Meting met de camera obscura op een bepaalde plaats in een model van een zaal. Drie andere meetplaatsen zijn met kruisjes aangeduid.

[3]) Zie hierover het artikel: Zaalacoustiek en verstaanbaarheid, Philips techn. T. **3**, 143, 1938.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023



Proeven werden genomen met een model van de studioruimte van de K.R.O., dat in *fig. 4* is weergegeven. Ook de in fig. 3 afgebeelde opstelling heeft hierop betrekking. De richtingsverdeeling van het

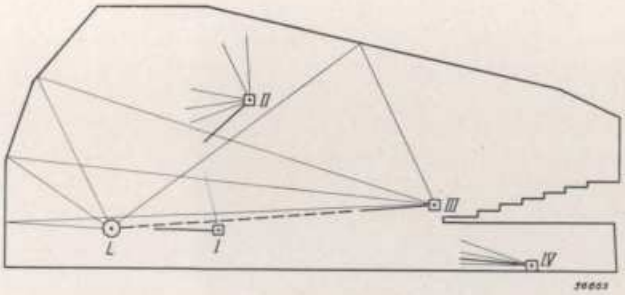


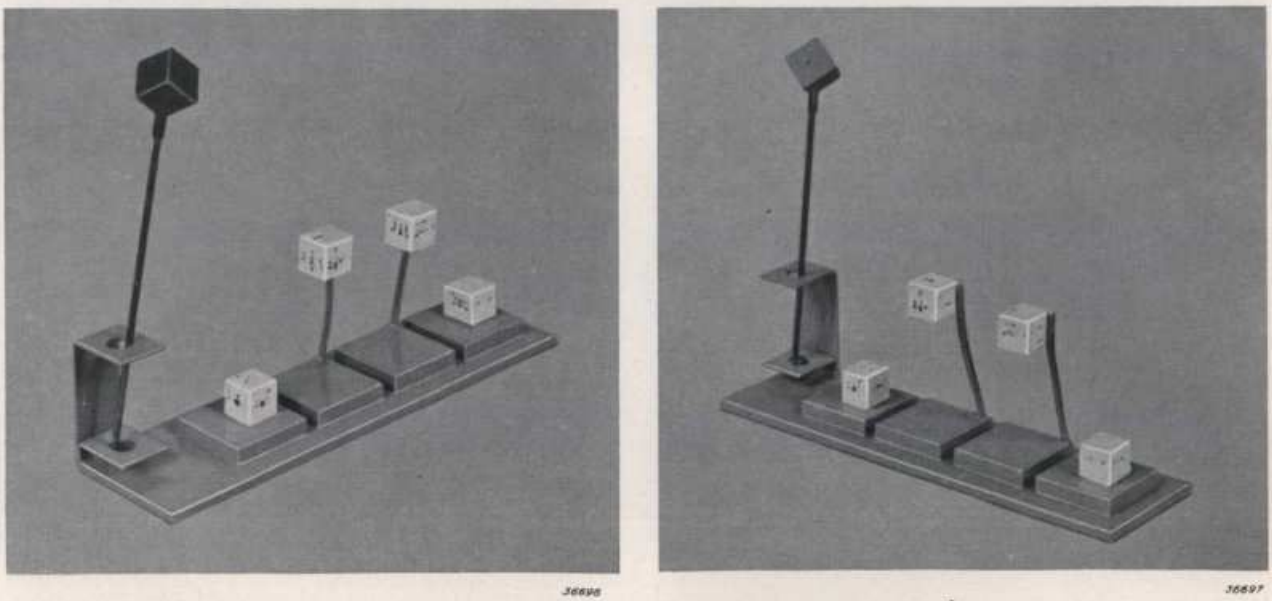

Fig. 4. Model voor de studio-ruimte van de K.R.O. te Hilversum. *L* lampje; *I, II, III, IV* plaatsen, waar de richtingsverdeeling van het geluid met behulp van een camera werd onderzocht. Voor plaats *III* zijn de mogelijke geluidstralen van het lampje naar de meetplaats geteekend. Voor de overige plaatsen zijn deze stralen door korte lijnen aangeduid.

geluid (het licht) werd op vier plaatsen van de ruimte bepaald, die voor opstelling van de microfoon in aanmerking kunnen komen.

In de doorsneeteekening is de gang van enkele geluidstralen tusschen het orkest (de gloeilamp) en de microfoon (de miniatuurcamera) weergegeven. Men ziet, hoe de verschillende facetten van de wand en het plafond boven het orkest er toe bijdragen de geluidstralen te bundelen en het geluid naar achteren in de zaal te sturen. Tevens volgt uit deze teekening, uit welke richting de door de verschillende wanden gespiegelde geluidstralen op de microfoon vallen. Voor de drie andere meetpunten zijn deze richtingen eveneens geteekend, zonder echter de geheele stralengang weer te geven.

De met de camera verkregen foto's, op de beschreven wijze op een kubus geplakt, zijn in *fig. 5a* en *b* weergegeven. De in fig. 4 aangegeven straalrichtingen zijn voor het grootste gedeelte in fig. 5 gemakkelijk terug te vinden. Behalve punten, die met deze straalrichtingen correspondeeren, ziet men echter nog tal van andere vlekjes, die toegeschreven moeten worden aan reflecties door de schuine vlakken, welke tusschen het plafond en de zijwanden zijn aangebracht (zie fig. 3). De groote intensiteit van deze vlekjes wijst er op, dat door geschikte constructie van deze schuine vlakjes een aanzienlijke versterking van het geluid achter in de zaal kan worden verkregen.

In fig. 5*b*, waar men de kubussen van de achterzijde ziet, valt op, dat juist de voorste kubussen op de achterzijde nog een aanmerkelijke zwarting vertoonen. Daar de hiermee correspondeerende geluidsbijdrage een aanzienlijk langere weg aflegt dan het directe geluid vóór in de zaal, zou ze aanleiding kunnen geven tot storende echoverschijnselen. Derhalve werd de achterwand van de zaal bekleed met sterk geluiddempend materiaal.



*a* *b*

Fig. 5. Van links naar rechts: Opnamen van de richtingsverdeeling van het geluid op de plaatsen *I-IV* van fig. 4, op kubussen geplakt volgens de in fig. 2 aangegeven wijze. *a*) geeft de vóórzijde, *b*) de achterzijde weer. Uit de foto van de achterzijde blijkt, dat naar de meetplaatsen *I* en *II* een aanzienlijke hoeveelheid geluidsenergie door de achterwand wordt teruggestraald, hetgeen in de werkelijke uitvoering aanleiding zou geven tot echo's. In de houder ziet men de camera, bevestigd op een as in de richting van de ruimte-diagonaal. Door eenvoudig deze as te draaien kan men de camera achtereenvolgens in de drie gewenschte standen voor de drie opnamen brengen.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023



# MEETKUNDIGE CONFIGURATIES EN DUALITEIT VAN ELECTRISCHE NETWERKEN

door B. D. H. TELLEGEN.

513.84 : 621.392

Twee netwerken kunnen de eigenschap hebben, dat het ééne zich wat betreft de erin vloeiende stroomen geheel analoog gedraagt als het andere wat betreft de erin heerschende spanningen. Een dergelijke „dualiteit" tusschen twee netwerken kan echter alleen bestaan, wanneer de meetkundige configuratie, volgens welke de netwerken zijn gebouwd, aan de voorwaarde voldoet, dat zij in een plat vlak geteekend kan worden zonder dat twee takken elkaar kruisen. Deze voorwaarde wordt hier, na een beschouwing over de mogelijke meetkundige configuraties van netwerken, met voorbeelden toegelicht.

Bij berekeningen van electrische netwerken worden vaak analoge formules verkregen, wanneer men in één netwerk de stroomen, in een ander netwerk de spanningen berekent. Een eenvoudig voorbeeld van twee dergelijke netwerken toont *fig. 1a* en *b*. Om daarbij de genoemde analogie zoo scherp mogelijk te kunnen stellen, willen wij de volgende begrippen invoeren: een willekeurig electrisch element (weerstand, spoel, condensator, spanningsbron, stroombron, enz.) noemen wij een tak van het netwerk; een eindpunt van een tak, dat dus tevens het verbindingspunt van twee of meer takken vormt, noemen wij een knooppunt; een gesloten stroombaan, die door willekeurig gekozen takken in het netwerk wordt gevormd, noemen wij een maas.

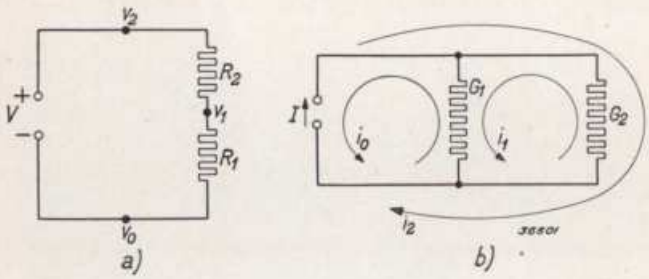



Fig. 1. Twee eenvoudige netwerken, die ten opzichte van elkaar duaal zijn.

Over het netwerk van fig. 1*a* is dan het volgende te zeggen:

Een spanningsbron $V$ is gesloten over twee weerstanden $R_1$ en $R_2$ in serie. De stroom door de weerstanden is:

$$I = \frac{V}{R_1 + R_2}.$$

De spanningen $V_1$ en $V_2$ op $R_1$ en $R_2$ zijn:

$$V_1 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} V, \qquad V_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V.$$

Het systeem bevat drie takken en drie knooppunten. De spanningen op de drie takken zijn gelijk aan de verschillen van telkens twee der knooppuntspotentialen $v_0$, $v_1$ en $v_2$:

$$v_1 - v_0 = V_1, \quad v_2 - v_1 = V_2, \quad v_2 - v_0 = V.$$

Daar de spanningen op de takken zich niet wijzigen, indien alle knooppuntspotentialen met eenzelfde bedrag worden vermeerderd, zijn deze laatste slechts op een additieve constante na bepaald.

Over het netwerk van fig. 1*b* is geheel overeenkomstig het volgende te zeggen:

Een stroombron $I$ is gesloten over twee geleidingsvermogens $G_1$ en $G_2$ parallel. De spanning op de geleidingsvermogens is:

$$V = \frac{I}{G_1 + G_2}.$$

De stroomen $I_1$ en $I_2$ door $G_1$ en $G_2$ zijn:

$$I_1 = \frac{G_1}{G_1 + G_2} I, \qquad I_2 = \frac{G_2}{G_1 + G_2} I.$$

Het systeem bevat drie takken en drie mazen. De stroomen door de drie takken zijn gelijk aan de verschillen van telkens twee der maasstroomen $i_0$, $i_1$ en $i_2$:

$$i_1 - i_0 = I_1, \quad i_2 - i_1 = I_2, \quad i_2 - i_0 = I.$$

Daar de stroomen door de takken zich niet wijzigen, indien alle maasstroomen met eenzelfde bedrag worden vermeerderd, zijn deze laatste slechts op een additieve constante na bepaald [1]).

Vergelijken wij de uitspraken over de beide systemen, dan zien wij, dat deze geheel in elkaar overgaan, wanneer wij de woorden spanning en stroom, weerstand en geleidingsvermogen, serieschakeling en parallelschakeling, knooppunt en maas, knooppuntspotentiaal en maasstroom met elkaar verwisselen. Netwerken, welke bovendien capaciteiten en zelfinducties bevatten, kunnen op soortgelijke wijze aan elkaar toegevoegd zijn,

[1]) Bij de gebruikelijke wijze van rekenen met maasstroomen wordt doorgaans één van deze gelijk nul gesteld. Voor het hier beoogde doel is het echter noodzakelijk hiervan af te zien.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023



waarbij ook nog de woorden capaciteit en zelfinductie moeten worden verwisseld. Op deze wijze aan elkaar toegevoegde netwerken noemen wij duaal ten opzichte van elkaar [2]). Heeft men de eigenschappen van het ééne netwerk bestudeerd, dan kent men daarmee ook de eigenschappen van het duale netwerk.

Het doel van dit artikel is te toonen, hoe wij de aan het voorbeeld van fig. 1 gevonden dualiteit kunnen veralgemeenen om ook bij netwerken van ingewikkelder samenstelling een duaal systeem te kunnen aangeven. Wij zullen daarbij van wederzijdsche inducties afzien, hoewel het wel mogelijk is ook deze in de beschouwingen op te nemen. Het zal blijken, dat deze veralgemeening niet steeds mogelijk is, dwz. dat er netwerken bestaan, welke geen duaal systeem bezitten. Een voorbeeld van zoo'n netwerk is geteekend in *fig. 2*. De voorwaarden, waaraan een netwerk moet voldoen om een

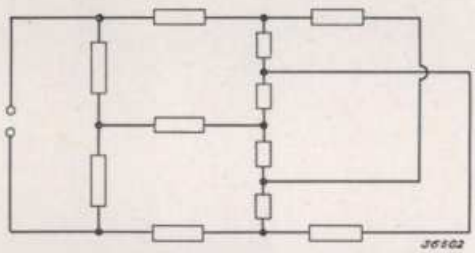


Fig. 2. Voorbeeld van een netwerk, waarbij geen duaal systeem kan worden aangegeven.

duaal systeem te kunnen bezitten, vindt men met behulp van topologische beschouwingen over de netwerken. Hierbij interesseert men zich niet voor de electrische beteekenis der in het netwerk voorkomende takken, maar voor de meetkundige configuratie van het netwerk, waarbij alleen de wijze, waarop de knooppunten met elkaar verbonden zijn, een rol speelt, niet de ligging der knooppunten en de lengte en vorm der takken. Het deel der meetkunde, dat figuren op deze wijze beschouwt, is de Analysis Situs of Topologie, en daarin zijn de hier bedoelde configuraties als „Graphen" bekend.

**Meetkundige configuraties der netwerken**

Wij willen beginnen met de meetkundige configuraties der netwerken in het algemeen te onderzoeken [3]). Bij netwerken, welke klemmenparen hebben, vatten wij deze klemmenparen ook elk als een tak van de configuratie op. Hebben wij bijv. te maken met een vierpool, zooals geteekend in *fig. 3a*, welke bestaat uit twee klemmenparen verbonden door drie in ster geschakelde weerstanden, dan bevat deze vier knooppunten, die door vijf takken verbonden zijn, en kunnen wij de configuratie van deze vierpool teekenen, zooals fig. 3*b*

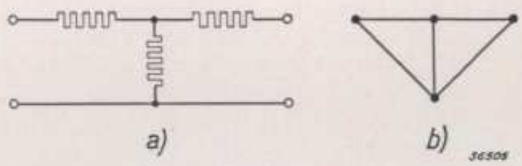



Fig. 3. Een netwerk met twee klemmenparen (*a*) en de configuratie hiervan (*b*).

aangeeft. Doordat wij de klemmenparen als takken van de configuratie beschouwen, loopen de stroomen geheel in de configuratie rond. Wij kunnen zoodoende van configuraties afzien, welke uit twee deelen bestaan, die niet of slechts in één punt met elkaar samenhangen, aangezien daarbij geen stroom van het ééne deel van de configuratie naar het andere deel kan loopen en de twee deelen dus electrisch geheel onafhankelijk van elkaar zijn.

Wij teekenen nu achtereenvolgens alle configuraties, die met een bepaald aantal takken mogelijk zijn. Tot en met zeven takken is dit gedaan in *fig. 4*. Met twee takken is maar één configuratie mogelijk. Met drie takken krijgt men twee configuraties, met vier takken drie, met vijf zijn het er al zes, met zes takken 13, met zeven takken 28, enz. De beide configuraties met drie takken ontstaan uit de configuratie met twee takken, wanneer wij in deze laatste een tak vervangen door twee takken parallel of door twee takken in serie. Op dezelfde wijze kunnen alle configuraties met vier takken afgeleid worden uit de configuraties met drie takken, en evenzoo alle configuraties met vijf takken uit de configuraties met vier takken, waarvan de lezer zich aan de hand van fig. 4 gemakkelijk kan overtuigen. Bij de configuraties met zes takken gaat deze afleiding echter niet meer geheel op. Onder deze configuraties is er nl. één (in fig. 4 vet aangegeven), waarin geen enkel paar takken in serie of parallel staat, zoodat deze configuratie dus ook niet op de beschreven wijze uit een configuratie met één tak minder kan worden afgeleid. De configuraties met zeven takken kunnen weer alle uit de configuraties met zes takken worden afgeleid, waarbij uit de vet geteekende configuratie met zes takken twee configuraties met zeven takken ontstaan.

Daar het aantal configuraties met meer dan zeven takken zeer groot wordt, willen wij ons bij het teekenen daarvan beperken tot die configuraties, welke geen takken in serie of parallel bevatten,

[2]) In plaats van duaal worden ook gebruikt de woorden reciprook of invers.

[3]) R. M. Foster, Geometrical circuits of electrical networks, Trans. A.I.E.E. **51**, 309, 1932.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023



daar de andere configuraties steeds op de genoemde wijze uit de configuraties met één tak minder kunnen worden afgeleid. Configuraties zonder serie- of parallelschakeling zijn slechts mogelijk met bepaalde aantallen $t$ en $k$ van takken en knooppunten, zooals blijkt uit het volgende.

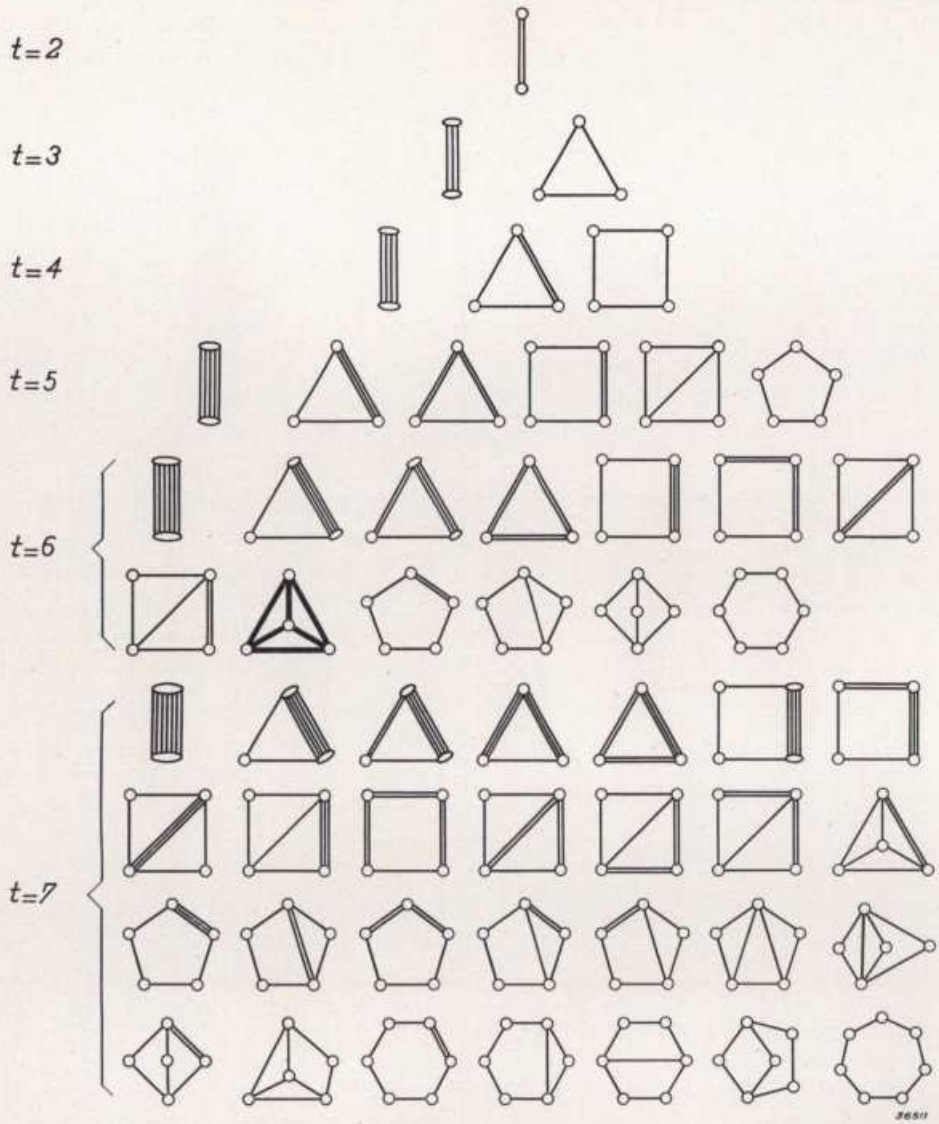



Fig. 4. Configuraties, die mogelijk zijn met $t$ takken, voor $t$ tot en met 7. De vet geteekende configuratie in de reeks met $t = 6$ verschilt van de andere daardoor, dat zij geenerlei parallel- of serieschakeling van takken bevat.

Bevat een configuratie geen takken in serie, dan komen in ieder knooppunt minstens 3 takken samen. Tellen wij voor alle knooppunten de daarin samenkomende takken, dan komen wij dus in totaal tot minstens $3k$ takken. Hierbij is echter iedere tak tweemaal geteld, zoodat

$$t \geqq 3k/2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

Bevat een configuratie geen takken parallel, dan kan zij niet meer takken bevatten, dan indien ieder knooppunt met ieder ander knooppunt door een tak verbonden wordt. In ieder knooppunt komen dus hoogstens $k$—1 takken samen. Tellen wij voor alle knooppunten de daarin samenkomende takken, dan komen wij dus in totaal tot hoogstens $k(k-1)$ takken, waarbij weer iedere tak tweemaal is geteld, zoodat

$$t \leqq k(k-1)/2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

Uit (1) en (2) volgt $k(k-1) \geqq 3k$, dus $k \geqq 4$, waaruit met (1) volgt, dat $t \geqq 6$ moet zijn. Inderdaad vonden wij onder de in fig. 4 weergegeven configuraties eerst met zes takken een configuratie, die geen serie- of parallelschakeling bevat. De waarden van $k$, die bij bepaalde waarden van $t$ op grond van (1) en (2) mogelijk zijn, worden gegeven door de volgende tabel:

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023



| $t$ = | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $k$ = | 4 | — | 5 | 5<br>6 | 5<br>6 | 6<br>7 | 6<br>7<br>8 |

In *fig.* 5 zijn deze configuraties tot en met 11 takken geteekend.

opvatten (fig. 6*d*). Bij de tweede, die uit twee stellen van drie knooppunten bestaat, waarbij elk knooppunt van het ééne stel met elk knooppunt van het andere stel is verbonden, is een dergelijke interpretatie als een eenvoudig lichaam (polyeder) echter niet meer mogelijk, evenmin als bij de configuratie met $t = 10$, $k = 5$, waarin elk knooppunt met elk ander knooppunt is verbonden (de volledige

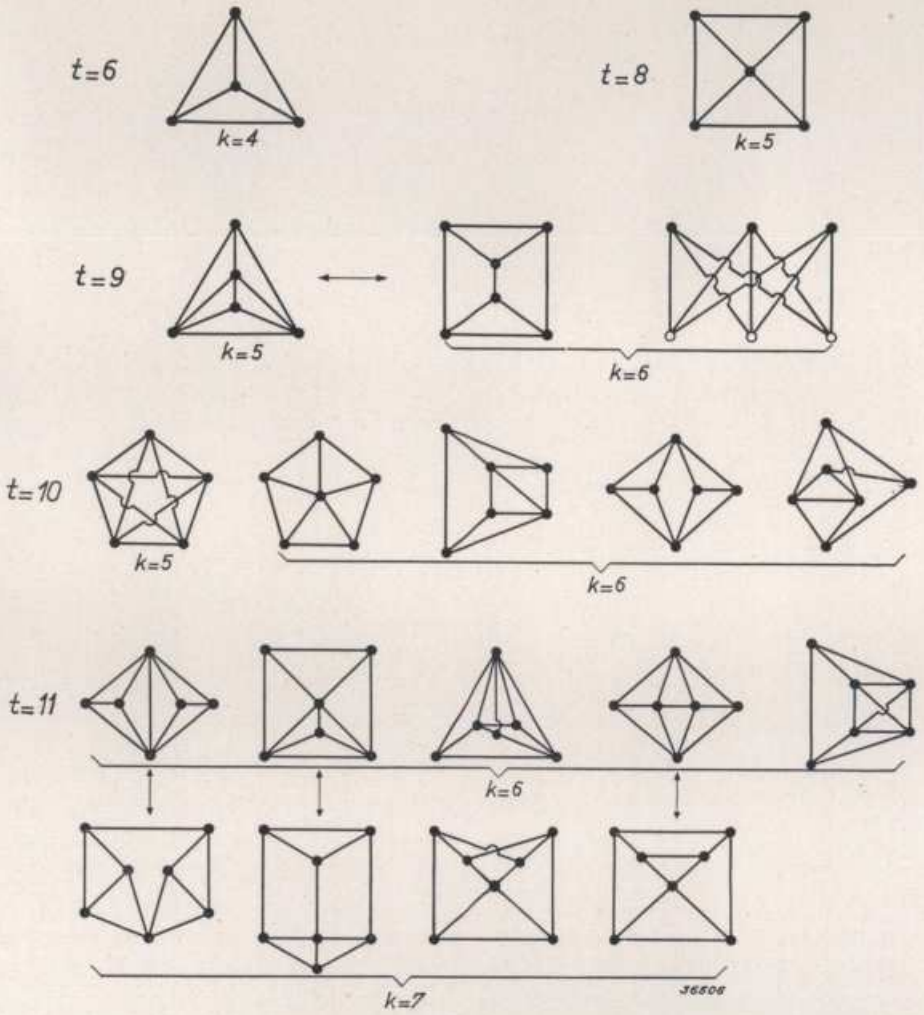



Fig. 5. Configuraties voor $t$ tot en met 11, waarin geen parallel- of serieschakeling van takken voorkomt. Alle planaire configuraties (zie hieronder) zijn geteekend zonder kruisen. De door pijlen verbonden configuraties zijn ten opzichte van elkaar duaal, de overige planaire configuraties zijn in zichzelf duaal.

De reeds in fig. 4 voorkomende configuratie met zes takken is de configuratie van de brug van Wheatstone. Alle takken en knooppunten zijn hierin gelijkwaardig, wat het beste te zien is, wanneer men zich de figuur voorstelt als een tetraeder (*fig.* 6*a*). Op overeenkomstige wijze kan men zich de configuratie met $t = 8$ als een vierzijdige pyramide voorstellen (fig. 6*b*), die met $t = 9$, $k = 5$ als twee op elkaar gezette tetraeders (fig. 6*c*). Met $t = 9$, $k = 6$ zijn twee configuraties mogelijk, waarvan wij de eerste als een driezijdig prisma kunnen

vijfhoek). Daar deze feiten voor de dualiteit van doorslaggevende beteekenis zijn, willen wij ze aan een nadere beschouwing onderwerpen.

De laatstgenoemde twee configuraties, welke wij in het vervolg met $A$ en $B$ zullen aanduiden en die in *fig.* 7 nog eens afzonderlijk zijn geteekend, kunnen niet in een plat vlak geteekend worden zonder dat tenminste twee takken elkaar kruisen. Hiervan kan men zich door probeeren gemakkelijk overtuigen, en men kan het ook rechtstreeks bewijzen (zie hieronder). Configuraties, die wel in een plat

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023



vlak geteekend kunnen worden zonder kruisen, noemen wij planair; $A$ en $B$ zijn dus niet planair. Men kan aantoonen, dat alle niet-planaire configuraties door het openen of kortsluiten van takken tot $A$ of $B$ herleid kunnen worden, zoodat $A$ en $B$ de grondtypen der niet-planaire configuraties vormen [4]).

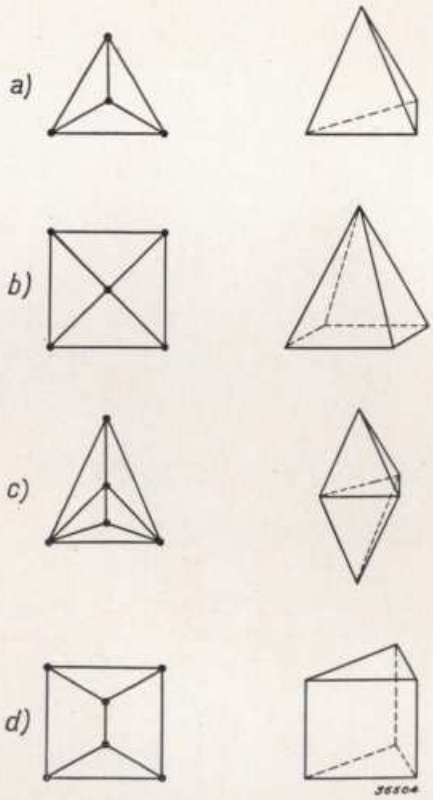



Fig. 6. Sommige configuraties kan men zich als polyeders voorstellen: *a*) tetraeder, $t = 6$, $k = 4$; *b*) vierzijdige pyramide, $t = 8$, $k = 5$; *c*) dubbele tetraeder, $t = 9$, $k = 5$; *d*) driezijdig prisma, $t = 9$, $k = 6$.

Het niet planair zijn van $A$ en $B$ staat nu in verband met het hierboven opgemerkte feit, dat het niet mogelijk is de takken van deze configuraties als de ribben van een polyeder op te vatten. Dit is als volgt in te zien. Een planaire configuratie kunnen wij ook op een bol teekenen zonder dat twee takken elkaar kruisen. Het oppervlak van de bol wordt dan door de configuratie in een aantal zijvlakken verdeeld, waarbij het oorspronkelijk de configuratie omgevende deel van het platte vlak ook een zijvlak van de bol wordt. Daar een bol en een polyeder in topologisch opzicht gelijkwaardig zijn, kunnen wij de op de bol geteekende configuratie ook als een polyeder opvatten en kunnen wij de in fig. 6 aangegeven polyeders op deze wijze uit de bijbehoorende configuraties ontstaan denken. Omgekeerd kunnen wij elke zonder kruisen op een bol geteekende configuratie ook zonder kruisen in het platte vlak teekenen [5]).

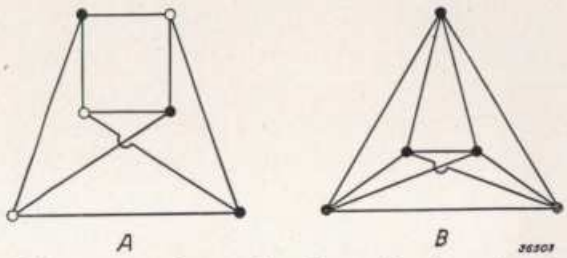



Fig. 7. De twee grondtypen $A$ en $B$ van alle niet-planaire configuraties. De configuratie $A$, met $t = 9$, $k = 6$, is opgebouwd uit twee stellen van drie knooppunten, waarbij elk punt van het ééne stel (kringen) verbonden is met elk punt van het andere stel (punten). De configuratie $B$, met $t = 10$, $k = 5$, bestaat uit vijf knooppunten, waarvan elk met alle andere is verbonden. Beide configuraties, die reeds in fig. 5 voorkomen, zijn hier zoo geteekend, dat slechts één kruising van takken optreedt.

De begrenzing van elk zijvlak, waarin een bol door een daarop geteekende configuratie wordt verdeeld, vormt een maas in de aan het begin gedefinieerde zin. Tusschen het aantal $m$ dezer zijvlakken of mazen, het aantal $t$ der takken en het aantal $k$ der knooppunten bestaat een betrekking, welke de naam draagt van Eulersche polyederformule en welke luidt:

$$k - t + m = 2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

Met behulp hiervan kunnen wij het niet-planair zijn van de configuraties $A$ en $B$ bewijzen. Stel, dat $A$ (met $t = 9$, $k = 6$) wel planair is. Op de bol geteekend moet dan $m = t - k + 2 = 5$ zijn. Daar elke tak tot twee dezer mazen moet behooren, zijn voor deze mazen samen $2t = 18$ takken beschikbaar. $A$ bevat echter geen driehoeken, zoodat voor de 5 mazen minstens $5 \times 4 = 20$ takken noodig zijn, dus meer dan de beschikbare. Hieruit volgt, dat $A$ niet planair kan zijn. Een soortgelijk betoog kunnen wij voor $B$ houden [6]).

$A$ en $B$ kunnen wèl zonder kruisen worden geteekend op andere oppervlakken [7]), daar hiervoor steeds $k - t + m < 2$ is. Voor een torus bijv. is $k - t + m = 0$. $A$ kan op een torus worden geteekend, zooals in *fig. 8* is gedaan; de torus wordt

[4]) C. Kuratowski, Sur le problème des courbes gauches en topologie, Fundamenta Math. **15**, 271, 1930. H. Whitney, Planar graphs, Fundamenta Math. **21**, 73, 1933.

[5]) Wij kunnen elk zijvlak van de bol laten overgaan in het de configuratie omgevende deel van het platte vlak. Op de bol geteekend bevat bijv. de configuratie met acht takken uit fig. 5 vier driehoeken en één vierhoek. In fig. 5 is zij zoo in het platte vlak geteekend, dat de vierhoek de omtrek vormt. Zij kan echter ook zoo worden geteekend, dat één van de driehoeken de omtrek vormt.

[6]) F. Levi, Streckenkomplexe auf Flächen, Math. Z. **16**, 148, 1923.

[7]) I. N. Kagno, The mapping of graphs on surfaces, J. Math. and Phys. **16**, 46, 1937.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023



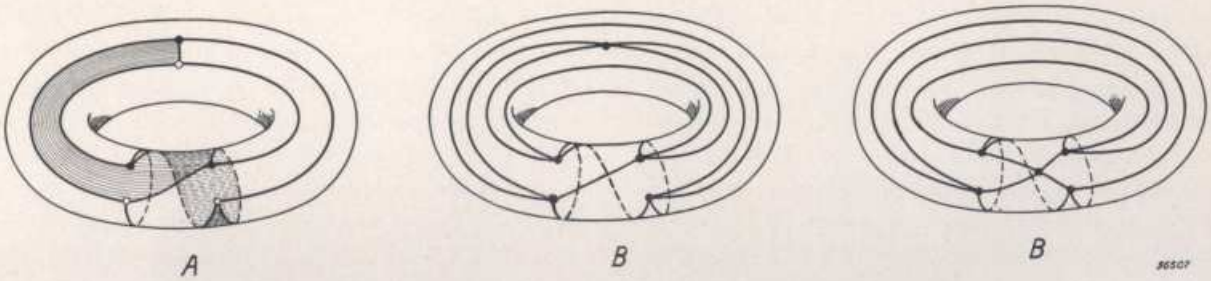



Fig. 8. De niet-planaire configuraties $A$ en $B$, geteekend op een torus. De configuratie $A$ verdeelt de torus in 3 mazen, elk van 6 takken. Eén der zijvlakken, die door deze mazen worden begrensd, is hier door de arceering aangegeven. De configuratie $B$ verdeelt de torus òf in 2 mazen van 5, 1 maas van 4, 2 mazen van 3 takken, òf in 5 mazen van 4 takken.

hierbij in $m = 9 - 6 = 3$ mazen verdeeld. Ook $B$ kan op een torus worden geteekend, en wel op twee manieren, zooals fig. 8 aangeeft, waarbij beide malen de torus in 5 mazen wordt verdeeld. Weer een ander soort oppervlak is de zg. Möbius-band, welke ontstaat door in een open band een halve slag te leggen en dan de einden met elkaar te verbinden. Hierdoor kunnen wij, langs de band rondloopend, uitgaande van een willekeurig punt het overeenkomstige punt aan de andere zijde van de band bereiken. Dergelijke oppervlakken heeten eenzijdige oppervlakken. Voor de Möbius-band is $k - t + m = 1$. De configuraties $A$ en $B$ kunnen ook hierop worden geteekend, zooals *fig. 9* aangeeft, en wel $B$ weer op twee manieren.

## Dualiteitsvoorwaarde en constructie van het duale netwerk

Bij de veralgemeening van de aan het voorbeeld van fig. 1 gevonden dualiteit gaan wij uit van de eisch, dat de knooppunten van het duale systeem overeenkomen met bepaalde mazen van het oorspronkelijke systeem. Wij komen dan tot het volgende resultaat [8]):

*Een netwerk bezit dan en alleen dan een duaal systeem, wanneer het planair is.*

Het netwerk van fig. 2 is niet planair, daar het tot de configuratie $A$ herleid kan worden, zooals blijkt uit *fig. 10*, wanneer wij daarin de aangeduide tak openen en van de daardoor ontstane paren in serie geschakelde takken telkens één tak kortsluiten. Het netwerk heeft dus ook geen duaal systeem.

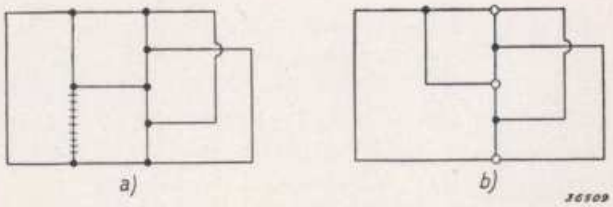



Fig. 10. Het in fig. 2 weergegeven netwerk kan door openen van één tak en kortsluiten van twee andere worden herleid tot configuratie $A$.

Is een netwerk wel planair, dan kunnen wij langs de volgende weg het duale systeem vinden. Teekenen wij de configuratie van het netwerk zonder kruisen op een bol (of in een plat vlak), dan zijn daardoor bepaalde mazen naar voren gebracht, nl. de mazen, welke de zijvlakken van de bol begrenzen. Deze mazen moeten nu met de knooppunten van het duale systeem overeenkomen. Binnen ieder van deze mazen (in het platte vlak ook buiten de buitenste maas) nemen wij daarom een nieuw knooppunt aan en verbinden elk paar dezer nieuwe knooppunten, welke in naburige mazen liggen, door een nieuwe tak, welke de gemeen-

[8]) H. Whitney, Non-separable and planar graphs, Trans. Amer. Math. Soc. **34**, 339, 1932. Daar de afleiding van de stelling tamelijk uitvoerige en abstracte beschouwingen vergt, wordt deze hier niet gegeven; zij zal worden gepubliceerd in T. Ned. Rad.-Genoot.

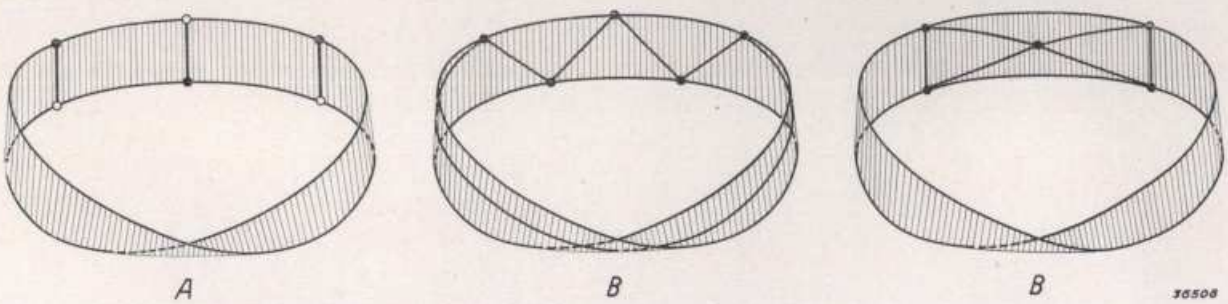



Fig. 9. De niet-planaire configuraties $A$ en $B$, geteekend op een Möbius-band. $A$ vormt hierop 3 mazen van 4 en één van 6 takken. $B$ vormt òf 5 mazen van 3 en één van 5 takken, òf 4 mazen van 3 en 2 van 4 takken.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023



schappelijke tak van deze mazen kruist (zie *fig. 11*). Hebben de mazen meer dan één tak gemeen, dan worden de bijbehoorende nieuwe knooppunten ook door meer dan één tak verbonden. Wij komen zoo tot een nieuwe planaire configuratie, welke de duale configuratie van de oorspronkelijke is en waarbij ieder oorspronkelijk knooppunt weer in een nieuwe maas komt te liggen. *De dualiteit is dus wederkeerig.*

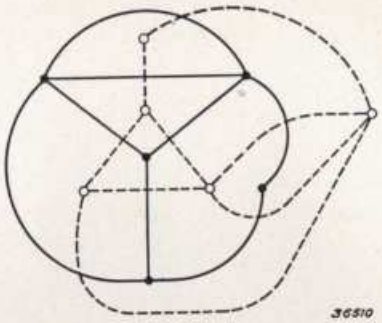


Fig. 11. Constructie van de duale configuratie (gestippelde takken) bij een gegeven configuratie (getrokken).

In fig. 5 is door pijlen aangegeven, welke configuraties ten opzichte van elkaar duaal zijn. De andere planaire configuraties uit deze figuur zijn in zichzelf duaal.

Om te zorgen, dat aan elke vergelijking, welke voor het oorspronkelijke systeem is op te schrijven, een geheel analoge vergelijking voor het duale systeem beantwoordt, moeten wij, op de wijze zooals in het begin is aangegeven, de electrische grootheden van het oorspronkelijke systeem veranderen in overeenkomstige grootheden van het duale systeem. Een stroom $I$ bijv. gaat daarbij over in een spanning $V$. Daar deze grootheden verschillende dimensies hebben, kunnen wij ze niet zonder meer aan elkaar gelijk stellen, maar moeten wij een dimensiefactor $K$ invoeren, welke de dimensie van een weerstand heeft en waarvan wij de grootte willekeurig kunnen kiezen. Hebben wij op deze wijze $V = KI$ gesteld, dan geldt voor elk paar aan elkaar toegevoegde impedanties der twee duale netwerken, dat hun product gelijk aan $K^2$ is.

Bevat het systeem serieschakelingen, bijv. een zelfinductie, een weerstand, een capaciteit en een spanningsbron in serie, dan moeten deze als vier takken beschouwd worden, welke dus in het duale systeem vervangen worden door een capaciteit, een geleidingsvermogen, een zelfinductie en een stroombron parallel geschakeld.

Als voorbeeld beschouwen wij de in *fig. 12a* aangegeven trillingskringen, welke over een zelfinductie gekoppeld zijn en waarvan de eerste een spanningsbron bevat. Het duale systeem is geteekend in fig. 12*b*. Nemen wij in het eerste systeem twee maasstroomen $i_1$ en $i_2$ aan, dan worden de vergelijkingen voor deze mazen:

$$\left(\frac{1}{j\omega C} + R + j\omega L_1\right) i_1 + j\omega L_2\,(i_1 - i_2) = V,$$

$$\left(\frac{1}{j\omega C} + R + j\omega L_1\right) i_2 + j\omega L_2\,(i_2 - i_1) = 0.$$

Vervangen wij hierin de grootheden van het eerste systeem door de grootheden van het duale systeem,

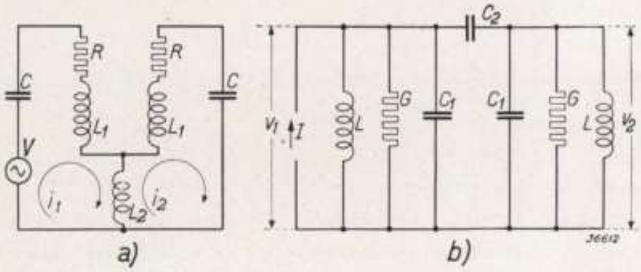



Fig. 12. Voorbeeld van een netwerk (*a*), waarbij volgens het in de tekst gegeven voorschrift het duale netwerk is geconstrueerd (*b*).

doordat wij, in overeenstemming met boven, $C$ vervangen door $L/K^2$, $L_1$ door $K^2C_1$, $L_2$ door $K^2C_2$, $R$ door $K^2G$, $V$ door $KI$, $i_1$ door $v_1/K$, $i_2$ door $v_2/K$, waarin $v_1$ en $v_2$ de spanningen op de kringen van het duale systeem zijn, dan gaan bovengenoemde mazenvergelijkingen over in de volgende vergelijkingen:

$$\left(\frac{1}{j\omega L} + G + j\omega C_1\right) v_1 + j\omega C_2\,(v_1 - v_2) = I,$$

$$\left(\frac{1}{j\omega L} + G + j\omega C_1\right) v_2 + j\omega C_2\,(v_2 - v_1) = 0.$$

Dit zijn inderdaad de knooppuntsvergelijkingen van het duale systeem.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023



# EEN TOESTEL VOOR HET METEN VAN FILMZWARTINGEN

door J. M. LEDEBOER. 771.534.531.5

Bij het meten van een fotografische zwarting kunnen verschillende waarden verkregen worden, naar gelang van de gebruikte opstelling. Bij stralingsmetingen langs fotografische weg is dit niet van invloed, zoolang met een bepaalde opstelling wordt gewerkt; voor het opnemen van zwartingskrommen van fotografische films of platen ter beoordeeling van de beeldkwaliteit dient echter de opstelling aangepast te worden bij de wijze van bekijken (resp. copieeren) van de film of plaat. Er wordt hier een apparaat beschreven, dat speciaal bestemd is voor zwartingsmetingen aan röntgenfilms. De zwarting kan rechtstreeks op een schaalverdeeling worden afgelezen. Door toepassing van een versterker met automatische regeling wordt een lineaire zwartingsschaal verkregen.

De kwaliteit van een fotografisch opgenomen beeld, zij het een eenvoudige amateuropname of een röntgenopname voor medische of industrieele doeleinden, wordt bij vaststaande opname-condities goeddeels bepaald door de zwartingskromme van de fotografische film (of plaat), d.i. de kromme, die het verband aangeeft tusschen de op de film gevallen stralingsintensiteit en de hierdoor teweeggebrachte zwarting. Voor het beoordeelen van de bruikbaarheid van een film (resp. van de toegepaste methode van ontwikkeling) zal men dus deze kromme moeten kennen. Ook in andere gevallen, waar het niet om de beeldkwaliteit gaat, is een kennis der zwartingskromme vereischt, nl. wanneer van de filmzwarting gebruik wordt gemaakt voor het kwantitatief bepalen van stralingsintensiteiten. Voorbeelden hiervan vindt men in de spectrografie (intensiteitsverdeeling in spectra), in de astronomie (grootte-klasse van sterren) en op vele andere gebieden. Als minder bekende toepassingen noemen we hier nog het bepalen van de helderheidsverdeeling op wegdekken [1]) en het controleeren van röntgendoses [2]).

Zoowel bij deze metingen zelf als bij het opnemen der zwartingskromme, die men in dit geval voor de ijking en in het algemeen voor de beoordeeling der filmkwaliteit noodig heeft, komt men voor het probleem te staan, een filmzwarting te bepalen. We willen hier in het kort uiteenzetten, hoe dit kan geschieden, en daarna een eenvoudig, direct aanwijzend toestel voor dergelijke metingen beschrijven.

## Definitie van de zwarting en principe der meting

Laat men op een gezwarte film een hoeveelheid licht $I_0$ vallen, dan zal hiervan slechts een gedeelte $I$ worden doorgelaten. Men noemt dan

$$Z = {}^{10}\log\ I_0/I$$

de zwarting van de film.

Deze definitie geeft wel een idee, wat met „zwarting" bedoeld wordt, is echter voor een kwantitatieve meting niet voldoende. Het volgens de definitie door meting van $I_0$ en $I$ te verkrijgen getal zal nog sterk afhangen van de wijze, waarop men het licht op de te onderzoeken film laat vallen en waarop men het achter de film opvangt. Het lichtverlies in de gezwarte film wordt nl. ten deele veroorzaakt door absorptie, ten deele door terugkaatsing en door zijdelingsche verstrooiing [3]). Laat men bijv. een lichtstraal ($I_0$) loodrecht op de film vallen en meet men het aan de achterkant in het verlengde van die straal uittredende licht (*fig. 1a*), dan is voor die richting zoowel het geabsorbeerde en teruggekaatste als het verstrooide licht verloren gegaan; meet men daarentegen het binnen een zekere hoek uittredende licht (fig. 1*b*) — practisch is dit steeds het geval dank zij de eindige opening van de het licht opvangende receptor — dan wordt een gedeelte van het verstrooide licht mee gemeten, men constateert dus nu een kleinere zwarting. In *fig. 2a* is dit effect voor verschillende zwartingen weergegeven.

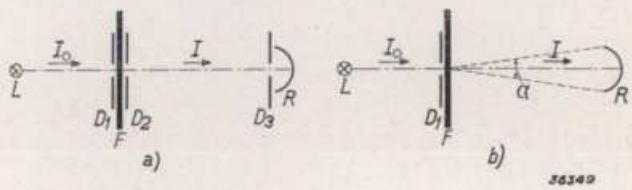



Fig. 1. Opstellingen voor zwartingsmeting. De lichtbron $L$ werpt op de gezwarte film $F$ een lichthoeveelheid $I_0$, waarvan slechts een hoeveelheid $I$ tot de receptor $R$ doordringt. In *a*) ontvangt $R$, dank zij de diafragma's $D_1$-$D_3$, alleen het recht doorgaande gedeelte van het licht, in *b*) bovendien ook alle binnen de hoek $\alpha$ gestrooide stralen.

[1]) Zie P. J. Bouma, Metingen aan uitgevoerde wegverlichtingsinstallaties, Philips techn. T. **4**, 304, 1939, speciaal pag. 306/7.

[2]) Zie A. Bouwers en J. H. van der Tuuk, Fortschr. Röntgenstr. **41**, 767, 1930.

[3]) De beschouwingen van deze paragraaf zijn ontleend aan: J. E. de Graaf, Zur Densitometrie von Röntgenfilmen und ihrer Normung, Z. wiss. Photogr. **37**, 147, 1938.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023



De absorptie in de gezwarte film zal grooter zijn voor een lichtstraal, die schuin door de film loopt, dan voor een loodrechte straal. Werpt men het licht niet in een evenwijdige bundel, maar diffuus op de te onderzoeken film, dan zal men door dit

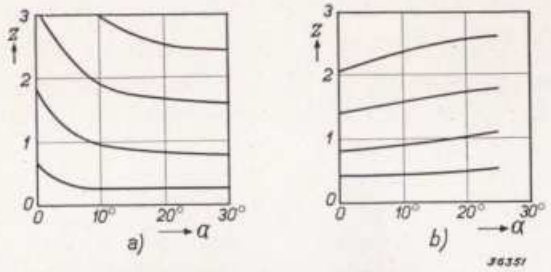



Fig. 2. Zwartingswaarde $Z$, die men vindt bij het meten van eenzelfde film met receptoren van verschillende openingshoeken $\alpha$ (zie fig. 1*b*), volgens de Graaf[3]). De vier krommen werden verkregen met vier verschillend sterk gezwarte films. *a*) Bij de meting werd een evenwijdige lichtbundel op de film geworpen. *b*) De film werd bij de meting diffuus verlicht.

effect bij grootere opening van de receptor juist een kleinere waarde van $I/I_0$, dus een grootere zwarting kunnen vinden, aangezien dan meer schuin door de film loopende, dus sterker verzwakte, stralen in de receptor vallen. In fig. 2*b* is dit duidelijk te zien. Voor een kwantitatieve verklaring van het daarin weergegeven verloop moet men zoowel het verband tusschen absorptie en straalrichting in aanmerking nemen, alsook het in fig. 2*a* belichaamde effect der verstrooiïng.

Tenslotte zal ook de kleur van het voor de meting gebruikte licht en de spectrale gevoeligheid van de receptor de verkregen waarde van $I_0$ beïnvloeden, daar de verstrooiïng door de korrels der gezwarte laag afhangt van de golflengte.

Is het doel van de zwartingsmeting het bepalen van stralingsintensiteiten, dan doet het er weinig toe, welke lichtkleur, stralengang enz. men toepast, mits de zwartingsmeting maar bij de ijking en bij de eigenlijke meting op dezelfde wijze geschiedt. De zwarting is hierbij immers slechts een intermediair optredende grootheid. Dient de zwartingsmeting echter ter beoordeeling van de fotografische kwaliteit van een film of plaat, dan moet men in het oog houden, dat de zwartingsverschillen het constitueerende element van het te verkrijgen beeld zijn, dus dat de wijze, waarop ons oog (resp. het copieermateriaal) de zwarting waarneemt, mede een rol speelt in de kwaliteit, die we aan het beeld kunnen toekennen. In dat geval is het zaak, om de meting van de zwarting aan te passen bij de wijze van beschouwing van het beeld (resp. bij de wijze van copieeren).

Het toestel, dat we in hetgeen volgt willen beschrijven, werd speciaal ontwikkeld voor het meten van de zwarting van röntgenfilms. Deze worden gewoonlijk in doorvallend licht bekeken met behulp van een lichtbak, dwz. met diffuse verlichting. Het oog van den beschouwer bevindt zich daarbij op ongeveer 30 cm afstand van de film, de diameter van de opening van de „receptor", d.i. de diameter van de oogpupil, bedraagt ongeveer $^1/_2$ cm. Precies dezelfde opstelling hebben we derhalve ook voor ons toestel gekozen (*fig. 3*). Als receptor werd een fotocel gebruikt. De spectrale gevoeligheid hiervan zou feitelijk aangepast moeten worden bij de spectrale ooggevoeligheid; in ons geval was dit echter niet noodig, daar we volgens een voorstel van de Graaf[3]) het vrijwel monochromatische licht van een natriumlamp voor de metingen gebruiken. Voor het bekijken van de röntgenfilms met de lichtbak is het gebruik van natriumlicht weliswaar nog niet algemeen gebruikelijk, het verdient echter zeker overweging met het oog op de betrekkelijk geringe vermoeienis, die het oog bij langdurige waarneming in het natriumlicht ondervindt.

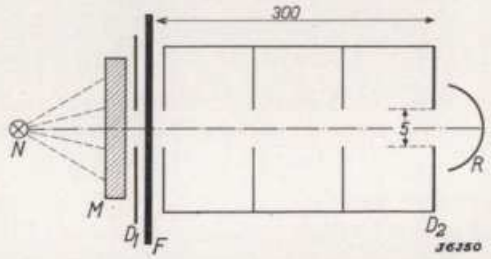



Fig. 3. Opstelling voor zwartingsmetingen aan röntgenfilms, aangepast bij de wijze, waarop de films met de lichtbak worden bekeken. $N$ natriumlamp, $M$ matglas, $D_1$ diafragma, $F$ film. De opening van de als receptor dienende fotocel $R$ is door het diafragma $D_2$ teruggebracht tot de diameter van de oogpupil (5 mm), de afstand $F$-$D_2$ is gelijk aan de normale afstand tusschen oog en film (300 mm).

## Uitvoering van het apparaat

### *Inrichting voor directe aanwijzing*

De in het toestel gebruikte natriumlamp wordt op wisselstroom (50 per/sec) bedreven, zoodat een met 100 per/sec wisselende lichtstroom wordt verkregen. De als receptor voor $I$ dienende fotocel levert daardoor een wisselstroom van dezelfde frequentie. Deze wordt versterkt in een tweetrapswisselstroomversterker en het uitgangssignaal wordt na gelijkrichting gemeten met een normale voltmeter (zie het schema *fig. 4*). De meter kan men rechtstreeks in zwartingswaarden ijken, indien men er voor zorgt, dat de eindpunten van de schaal steeds kloppen met de waarden $Z = 0$, resp. $Z = \infty$. Voor $Z = \infty$ is $I = 0$, dit is dus de meteraanwijzing zonder ingangssignaal. Deze aanwijzing kan men door een stelschroef aan de meter nauwkeurig op de

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023



streep $\infty$ van de schaal brengen. Voor $Z = 0$, dwz. $I = I_0$ moet de wijzer, die hier zijn grootste uitslag heeft (men laat hem het best van rechts naar links

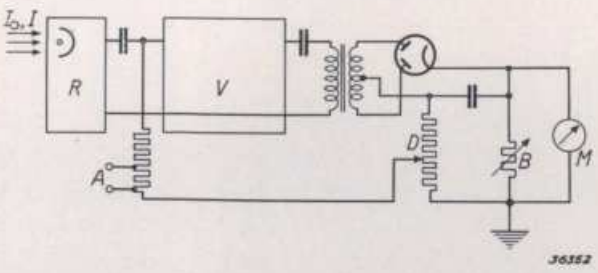



Fig. 4. Schakeling van de zwartingsmeter. *R* fotocel. *V* tweetrapsversterker, bevattende een regelpenthode EF9 en een eindpenthode. *M* direct de zwarting aanwijzende voltmeter met shunt *B*. *D* potentiometer ter regeling der naar de EF9 terug te voeren fractie der uitgangsspanning. Bij *A* kan een ijkspanning worden toegevoerd.

uitslaan), op streep nul van de schaal staan. Dit wordt bereikt met behulp van een regelbare shunt (*B* in fig. 4) over de meter. Natuurlijk klopt de instelling alleen voor een bepaalde waarde van de lichtstroom $I_0$, deze moet dus tijdens het meten constant worden gehouden (zie hieronder).

*Het verkrijgen van een lineaire zwartingsschaal*

Zouden we een normale versterker met een lineaire versterking gebruiken, dan zou de meteruitslag evenredig zijn met $I$, dwz. we zouden een logarithmische schaal voor de zwarting krijgen: van de geheele beschikbare schaal zou 90% worden ingenomen door het gebied van $Z = 0$ tot $Z = 1$, de volgende 9% door het gebied $Z = 1$ tot $Z = 2$ en de laatste 1% door de waarden $Z > 2$. Dit is zeer ongewenscht, zoowel voor stralingsmetingen, omdat men dan het liefst overal in het meetgebied eenzelfde nauwkeurigheid wil verkrijgen, alsook voor het beoordeelen van de beeldkwaliteit, omdat de indrukken op ons oog volgens de wet van Weber en Fechner juist ongeveer evenredig met de zwarting worden.

Om een zwartingsschaal te krijgen, die in het practisch belangrijke gebied van zwartingen ongeveer lineair is, zou men een versterker noodig hebben, die bij een groot ingangssignaal ($I$) minder versterkt dan bij een klein ingangssignaal. Deze eisch doet denken aan de automatische volumeregeling, die in radio-ontvangtoestellen wordt toegepast, en inderdaad is het probleem op geheel analoge wijze als daar op te lossen [4]). We gebruiken als eerste versterkerbuis een regelpenthode EF9; de negatieve roostervóórspanning hiervan wordt beïnvloed door de gelijkgerichte uitgangsspanning van de versterker, waardoor het werkpunt op de buiskarakteristiek naar gedeelten met grootere steilheid wordt verschoven naarmate het ingangssignaal kleiner is. De „regelkarakteristiek", d.i. het verkregen verband tusschen uitgangs- en ingangssignaal, hangt nog af van de naar de ingang teruggevoerde fractie der uitgangsspanning (regelbaar met potentiometer *D* in fig. 4), heeft echter bij de EF9 steeds een ongeveer logarithmisch verloopend gedeelte, waarmee in het gewenschte gebied een lineaire zwartingsschaal kan worden verkregen (*fig. 5*).

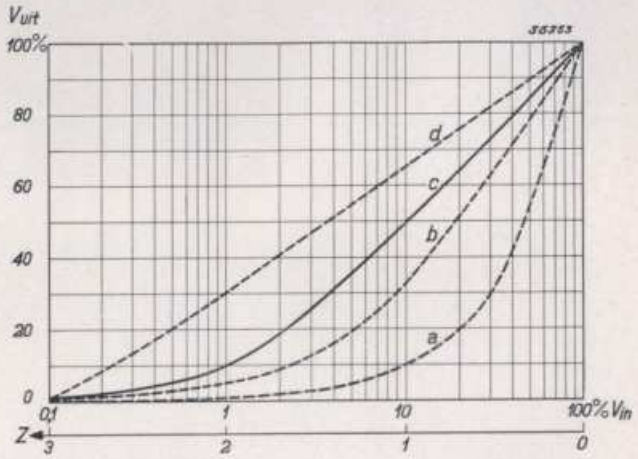



Fig. 5. Regelkarakteristiek (uitgangsspanning als functie van de ingangsspanning, beide in % van de waarde bij $I = I_0$) voor verschillende instellingen van de potentiometer *D* in fig. 4.
*a*) Geen regeling; lineaire karakteristiek, zeer ongunstige schaal.
*b*) Zwakke regeling (verlies aan versterking een factor 4); voor $0 < Z < 1$ is de karakteristiek al tennaastebij logarithmisch.
*c*) Door ons toegepaste regeling (verlies aan versterking een factor 20); de karakteristiek is ongeveer logarithmisch voor $0 < Z < 2$.
*d*) Zeer sterke regeling. Weliswaar is de verkregen zwartingsschaal hierbij tot $Z = 3$ lineair, het verlies aan versterking wordt hier echter ongewenscht groot.

*IJking van de schaal*

Door regeling van de genoemde potentiometer *D* kan men het verloop van de regelkarakteristiek zoodanig beïnvloeden, dat het gewenschte meetgebied het best tot zijn recht komt. Daar bij röntgenfilms vooral het gebied tusschen $Z = 0$ en $Z = 2$ van belang is, was het bij het hier beschreven toestel gewenscht, dat het punt $Z = 1$ in het midden van de schaal zou staan. Dit werd op zeer eenvoudige wijze bereikt. Het door $I_0$ veroorzaakte signaal aan de ingang van de versterker werd vervangen door een, dezelfde meteraanwijzing ($Z = 0$) teweegbrengende ijkspanning (toegevoerd bij *A* in fig. 4). Vervolgens werd deze spanning een factor 10 verlaagd. Aangezien de stroom van de fotocel bij de hier optredende verlichtingssterkten nauwkeurig evenredig is met de lichtstroom, is het verzwakken

[4]) Zie C. W. Miller, A linear photoelectric densitometer, Rev. sci. Instrum. **6**, 125, 1935.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023



van de ijkspanning met een factor 10 nauwkeurig aequivalent met het verzwakken van de lichtstroom door een film met de zwarting $Z = 1$. Door regeling van $D$ werd er nu voor gezorgd, dat hierbij de

Fig. 6. Zwartingsschaal van het apparaat, met daaronder een lineaire indeeling. Men ziet, dat de zwartingsschaal met goede benadering lineair is in het gebied tusschen $Z = 0$ en $Z = 2$, dat speciaal voor röntgenfilms het belangrijkste is. De eindpunten $Z = 0$ en $Z = \infty$ der schaal moeten vóór het begin van elke meting gecontroleerd en zoonoodig bijgeregeld worden. De mechanische ruststand van de wijzer ligt geheel rechts, nog iets buiten het punt $Z = \infty$.

wijzer van het meetinstrument op de gewenschte schaalstreep, midden op de schaal, kwam te staan (fig. 5, getrokken kromme). Op overeenkomstige wijze, nl. door achtereenvolgens de ijkspanning met bekende factoren te verzwakken, werd daarna de rest van de schaal geijkt. In *fig. 6* ziet men, dat de schaal met goede benadering lineair verloopt tot ongeveer $Z = 2$. De ijking werd nog getoetst door de op de fotocel vallende lichtstroom in bekende mate te verzwakken door verandering van de afstand der lichtbron. De gemeten „zwarting" kwam steeds uitstekend overeen met de uit de kwadratische afstandswet berekende verzwakking.

*Eenige details van de constructie*

In *fig. 7* is een foto van het uitgevoerde toestel weergegeven. In de horizontale kist is de natriumlamp met de bijbehoorende voedingstransformator ondergebracht. De voedingsspanning is gestabiliseerd; daar de lichtstroom van de natriumlamp toch al weinig met variaties van de voedingsspanning varieert, is de lichtstroom $I_0$ hierdoor practisch geheel onafhankelijk van netspanningsschommelingen. De lamp wordt door een zwakke luchtstroom gekoeld, daar anders de buitenballon te heet zou kunnen worden.

De lamp verlicht een matglas (zie fig. 3), dat op zijn beurt als secundaire lichtbron dient voor het diffuus verlichten van de te onderzoeken film. Het licht treedt door een diafragma in de vlak afgewerkte bovenplaat van de kist in een van binnen gezwarte verticale tubus (fig. 7) en valt op de als receptor dienende fotocel, een caesiumcel met gasvulling. Is de film zoo op de vlakke plaat geschoven, dat het licht op de gewenschte plek valt, dan wordt het onderste stuk van de tubus als een telescoop tot op de film uitgetrokken, zoodat een volkomen tegen vreemd licht afgeschermde stralengang wordt verkregen. Het diafragma in de bovenplaat heeft een diameter van 5 mm, men meet dus steeds de gemiddelde zwarting van een dergelijk cirkelvormig vlakje. Desgewenscht zou men natuurlijk een kleiner diafragma kunnen nemen.

De versterker en het bijbehoorende voedingsapparaat zijn in de verticaal staande kist ondergebracht. De voedingsspanning voor de versterker en de fotocel is eveneens gestabiliseerd, zoodat de ijking van de zwartingsschaal geheel onafhankelijk is van schommelingen der netspanning.

De bediening van het apparaat beperkt zich tot het controleeren en eventueel het bijregelen van de beide eindpunten der schaal vóór het begin van elke meting. Voor het instellen van het punt $Z = 0$ met de shunt over het meetinstrument ($B$ in fig. 4; de bijbehoorende knop is op fig. 7 links boven te zien) moet men uiteraard wachten, totdat de lichtstroom van de natriumlamp zijn eindwaarde heeft bereikt, hetgeen ongeveer 15 minuten na het inschakelen het geval is. De potentiometer $D$ voor het kiezen van de juiste regelkarakteristiek is van buiten af niet toegankelijk; de instelling hiervan behoeft slechts een enkele keer, met name bij het verwisselen van de regelbuis, te worden geverifieerd.

Fig. 7. Foto van het uitgevoerde apparaat. De natriumlamp is in de horizontale kist ondergebracht, op de vlakke bovenplaat hiervan wordt de te onderzoeken film geschoven. Het licht valt door de film in de verticale tubus, aan welks bovenëinde, in de horizontale pijp, de fotocel is gemonteerd. De versterker en het bijbehoorende voedingsapparaat bevinden zich in de verticale kist.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023



# RIJWIEL-ACHTERLICHTEN EN -REFLECTOREN

door H. A. E. KEITZ. 683.848.8 : 683.852 : 629.113.8

Ter beveiliging van den wielrijder tegen aanrijding door hem achterop komende auto's kan men achterlichten of reflectoren gebruiken. In sommige landen is het gebruik van apparaatjes voorgeschreven, die gelijktijdig als achterlicht en reflector functionneeren. In dit artikel worden de principes behandeld, waarop de gebruikelijke constructies van deze drie soorten beveiligingsapparaatjes berusten. Tenslotte wordt ingegaan op de Philips rijwiel-achterlichten, welke tot de laatstgenoemde soort behooren. In het bijzonder worden de maatregelen besproken, die men genomen heeft om het al of niet in werking zijn van het achterlicht gemakkelijk te kunnen vaststellen.

Waar in de laatste jaren meer en meer wordt ingezien, dat de wielrijders bij avond beveiligd moeten worden tegen aanrijding door hen achterop komende auto's, en daardoor het gebruik van achterlichten en reflectoren meer en meer verplicht wordt gesteld, is het interessant om na te gaan, op welke optische principes de tegenwoordig in gebruik zijnde rijwiel-achterlichten en -reflectoren berusten. Uitgaande van deze optische principes zullen we daarna bespreken, op welke wijze een rijwiel-achterlicht tevens bruikbaar gemaakt kan worden als reflector, zooals tegenwoordig in verschillende landen wordt voorgeschreven. Tenslotte zullen eenige opmerkingen worden gemaakt over de constructie van de Philips rijwiel-achterlichten, die tot dit laatstgenoemde type behooren.

## Achterlichten

Bij apparaatjes, die bestemd zijn om uitsluitend als achterlicht dienst te doen, behoeven we niet lang stil te staan. Deze bestaan eenvoudig uit een huisje met een venster van rood glas, waarachter een lampje brandt. Dit achterlicht behoeft slechts een sterkte van enkele millikaarsen te hebben. In het algemeen gebruikt men lampjes, die parallel geschakeld zijn aan de koplamp van het rijwiel en die bij de normale bedrijfsspanning van de rijwieldynamo een stroom van ongeveer 0,05 A opnemen. Daar de stroomsterkte van een moderne rijwieldynamo slechts weinig met de weerstand van de aangesloten gloeilampen verandert, verdient het bij gebruik van een achterlicht aanbeveling om voor de koplamp een gloeilamp met overeenkomstig kleinere nominale stroomsterkte te kiezen, dus bijv. 0,45 A in plaats van 0,5 A. Men heeft dan een lichtverlies van 10%, dat nauwelijks zal worden opgemerkt, terwijl men bij gebruik van een gloeilamp van nominaal 0,5 A ca 30% lichtverlies zou hebben, daar het lampje op een aanmerkelijk lagere temperatuur zou branden dan bij normaal gebruik.

De lichtsterkte van het achterlichtlampje is in de genoemde eenvoudige opstelling meestal reeds voldoende groot [1]). Wenscht men echter een verhooging van de lichtsterkte in de achterwaartsche richting, dan kan men deze ten koste van de openingshoek van de bundel bereiken door in plaats van de afsluitruit een lens te gebruiken en de lamp op een geschikte plaats tusschen het lensoppervlak en het brandpunt aan te brengen. Hoe dichter zich de lamp bij het brandpunt bevindt, des te smaller wordt de bundel en des te grooter wordt de lichtsterkte in de achterwaartsche richting.

## Reflectoren

Aangezien de te beveiligen wielrijder zich practisch altijd in de lichtbundel zal bevinden, die door de koplamp van de achteraan rijdende auto wordt uitgezonden, werd het aanvankelijk voldoende geacht om in de plaats van een achterlicht een reflector te gebruiken, die het erop vallende licht van de koplamp naar het oog van de autobestuurder reflecteert.

De op de reflector vallende stralen kunnen we beschouwen als een evenwijdige bundel, die dus weer als een practisch evenwijdige bundel moet worden teruggekaatst en wel in die richting, waar het licht vandaan komt. Een kleine spreiding rondom deze richting is toelaatbaar en zelfs noodzakelijk, daar de richting van de reflector naar het oog van den autobestuurder niet geheel samenvalt met de richting van de reflector naar de koplamp. De in verschillende landen ten aanzien van rijwielreflectoren bestaande wettelijke voorschriften hou-

---

[1]) Over de vereischte lichtsterkte van een achterlicht heerschen blijkens de wettelijke voorschriften van verschillende landen zeer uiteenloopende opvattingen. Een waarde van enkele millikaarsen kan wel in het algemeen als toereikend worden beschouwd. Het vermogen van de gebruikelijke achterlichtlampen bedraagt ongeveer 250 mW, hetgeen op zichzelf voor de verlangde lichtsterkte meer dan voldoende zou zijn. Men moet echter bedenken, dat het afsluitglas een vrij sterke absorptie kan hebben, terwijl het bovendien uit overwegingen van bedrijfszekerheid wenschelijk is om het achterlicht op een betrekkelijk lage temperatuur te laten branden, waardoor ook de specifieke lichtopbrengst vrij laag is.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023



den hiermee rekening door niet alleen te vragen naar de sterkte van de terugkaatsing in de richting van de instraling, maar een bepaald reflecteerend vermogen te eischen binnen een bepaalde ruimtehoek rondom de richting van het invallende licht. Dit reflecteerend vermogen wordt meestal opgegeven als het aantal millikaarsen, dat per lux van het opvallende licht wordt teruggestraald.

Voor de oplossing van het probleem om een opvallende lichtstraal in de invalsrichting terug te kaatsen bestaan in hoofdzaak twee principes, welke tot practisch bruikbare constructies hebben geleid:
1) de tripelspiegel,
2) een lens met een spiegel in het brandvlak.

*De tripelspiegel*

Reeds in 1887 werd door Beck [2]) aangetoond, dat een systeem van drie loodrecht op elkaar staande spiegelvlakken de eigenschap bezit elke van buiten komende lichtstraal nauwkeurig om te keeren, zoodat hij, afgezien van een zijdelingsche verschuiving, die ten hoogste gelijk is aan de diameter van de opening tusschen de drie spiegels, precies terugkeert naar het punt, waarvan hij is uitgegaan (*fig. 1*).

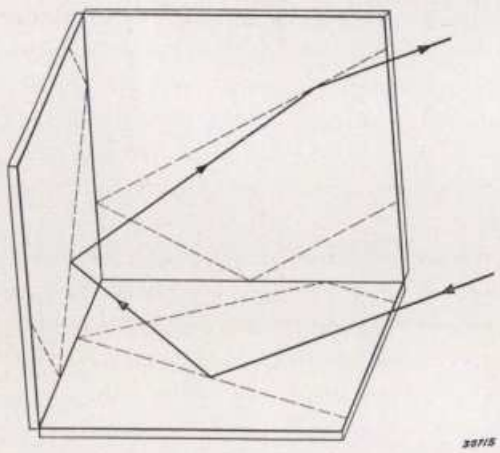


Fig. 1. Tripelspiegel. Een straal, die door drie loodrecht op elkaar staande vlakken wordt teruggekaatst, verlaat het derde vlak in een richting, precies tegengesteld aan de invalsrichting op het eerste vlak.

De genoemde eigenschap van de tripelspiegel kunnen we vrij eenvoudig aantoonen, door de bekende reflectiewet, welke zegt, dat de reflectiehoek gelijk is aan de invalshoek, iets anders te interpreteeren. Te dien einde ontbinden we de richtingsvector van de invallende straal in drie loodrecht op elkaar staande componenten, waarvan twee in het spiegelvlak zijn gelegen, terwijl de derde loodrecht op het spiegelvlak staat (zie *fig. 2*). Het blijkt nu, dat door het reflecteeren de component van de straalvector, welke loodrecht op het spiegelvlak staat, in richting wordt omgekeerd, terwijl de componenten evenwijdig aan het spiegelvlak ongewijzigd blijven. Een blik op de figuur laat onmiddellijk zien, dat hierbij inderdaad de reflectiehoek gelijk is aan de invalshoek, terwijl invallende straal, gereflecteerde straal en normaal op het spiegelvlak in een gemeenschappelijk plat vlak liggen, zooals de reflectiewet voorschrijft.

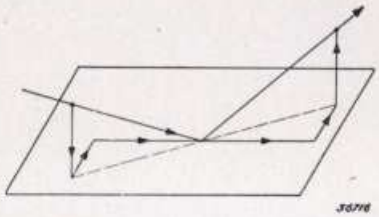


Fig. 2. Reflectie op een spiegelvlak. De richtingsvector van de teruggekaatste straal kan worden gevonden door van de drie componenten van de invallende straal de component loodrecht op het spiegelvlak om te keeren en de componenten evenwijdig aan het spiegelvlak onveranderd te laten.

Gaan we nu over naar de tripelspiegel, dan kiezen we voor de drie componenten van de straalrichting met voordeel de drie spiegelnormalen. Elk van deze normalen verloopt evenwijdig met de twee andere spiegelvlakken, zoodat we weer met het hierboven behandelde geval te maken hebben. Wordt een straal achtereenvolgens door de drie spiegels gereflecteerd, dan wordt telkens één component van de straalvector in richting omgekeerd, terwijl de twee andere componenten ongewijzigd blijven. Tenslotte zijn alle drie componenten in richting omgekeerd, hetgeen beteekent, dat de straal de omgekeerde richting heeft gekregen.

Voor de practische uitvoering van een reflector volgens het principe van de tripelspiegel kan men gebruik maken van de reflectie, die een straal ondergaat, wanneer hij van binnen op een glas-oppervlak valt. Laat men een lichtstraal loodrecht invallen op het basisvlak van een pyramide, die de vorm heeft van een schuin afgesneden kubushoek (zie *fig. 3*), dan wordt deze straal aan de drie zijvlakken van de pyramide (grensvlakken glas-lucht) totaal gereflecteerd en verlaat daarna het basisvlak weer in de richting van de normaal. De invalshoek op de drie zijvlakken bedraagt in dit geval 54,7°. Daar reeds bij aanzienlijk kleinere hoeken totale reflectie optreedt, ziet men, dat ook eenigszins schuin invallende stralen totaal gereflecteerd zullen worden. Voor stralen, die een grootere invalshoek op het basisvlak van de pyramide hebben dan ca 20°, is de reflectie niet meer totaal maar nog

[2]) A. Beck: Über einige neue Anwendungen ebener Spiegel, Z. Instr. **7**, 380-389, 1887.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023



steeds zeer aanzienlijk; het reflecteerend vermogen neemt dus met toenemende invalshoek slechts geleidelijk af.

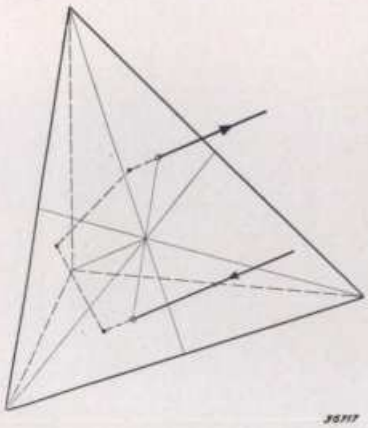


Fig. 3. Een pyramide met drie loodrecht op elkaar staande vlakken heeft de werking van een tripelspiegel. De richtingsvector van een straal, invallende op het basisvlak van de pyramide, wordt ontbonden in drie componenten, evenwijdig aan de drie snijlijnen van de pyramidevlakken. Elk van deze componenten staat loodrecht op één spiegelvlak en wordt in richting omgekeerd, wanneer de straal door het betreffende spiegelvlak wordt teruggekaatst.

Het glas van de pyramide wordt rood gekleurd om aan het gereflecteerde licht de gebruikelijke roode waarschuwingskleur te geven. Daar de weg van het licht door het glas vrij lang is en het lichtverlies ter verkrijging van een zoo hoog mogelijk rendement beperkt moet worden, zou men de kleuring van het glas bij deze constructie slechts uitermate zwak mogen maken. Een dergelijke zwakke kleuring is bij de massafabricage moeilijk met de noodige constantheid door te voeren. Derhalve is het bij de constructie van rijwiel-reflectoren volgens dit principe vrijwel algemeen gebruikelijk om de lichtweg in het glas te beperken door in plaats van één groote pyramide een groot aantal kleine pyramiden naast elkaar op het glas aan te brengen, zooals in *fig. 4a* is aangegeven. Van een gedeelte van het oppervlak, dat in fig. 4*b* door een arceering is aangegeven, wordt bij verlichting in loodrechte

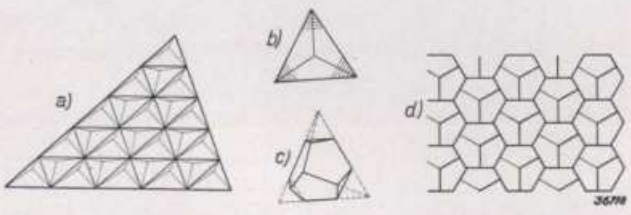



Fig. 4. Pyramideglas. *a*) Vlak, bedekt met rechthoekige pyramiden. Een straal, welke verticaal van beneden op deze pyramiden invalt, zal ook verticaal naar beneden worden teruggekaatst, behalve als hij te dicht bij een van de basishoeken van de pyramide, nl. in het gearceerde gedeelte van *b*) terechtkomt. Door dit gedeelte van de pyramide af te kappen volgens *c*), kan men het vlak dichter met pyramiden bedekken, bijv. volgens *d*), en zoodoende het rendement van de reflector in de asrichting verhoogen.

richting geen nuttig gebruik gemaakt. Gaat men namelijk na, hoe de gereflecteerde stralen verloopen, dan vindt men, dat een straal, die op het gearceerde gedeelte van de pyramide (de „doode hoeken") valt, na twee reflecties in schuine richting wordt teruggekaatst, zonder het derde pyramidevlak te raken. Door de doode hoeken verticaal af te snijden volgens fig. 4*c* kan men een dichtere opeenstapeling van pyramiden verkrijgen (zie fig. 4*d*) en daardoor het rendement van de reflector voor loodrecht invallende stralen verbeteren.

Zou het pyramideglas exact als een tripelspiegel werken, dan zou het licht van de koplamp in een zoo nauwe bundel naar de koplamp worden teruggestraald, dat het niet het oog van den wagenbestuurder zou treffen. Het is derhalve gewenscht, dat de pyramidevlakken niet geheel zuiver reflecteeren, maar eenige spreiding hebben. Deze spreiding blijkt in de practijk altijd aanwezig te zijn, omdat zelfs de best uitgevoerde reflectoren afwijkingen van de ideale vorm hebben, met name in de vlakheid der pyramide-zijvlakken. Het verkrijgen van deze spreiding is dus geen probleem. Juist het tegenovergestelde is het geval: groote zorg moet worden besteed aan het klein houden van de spreiding, daar elke toename van de spreiding gepaard gaat met een achteruitgang van de lichtsterkte in de gewenschte richting, en daarmee van de kwaliteit van de reflector.

Naast een zorgvuldige bewerking van de pyramidevlakken is een juiste keuze van de kleur van het glas voor de kwaliteit van de reflector van groote beteekenis. Onvoldoend reflecteeren kan natuurlijk ook zijn oorzaak hebben in een te donkere kleur van het glas. Het is daarom voordeelig om de kleur van het glas zoo licht te kiezen als nog vereenigbaar is met de eisch, dat het teruggekaatste licht ondubbelzinnig als rood wordt waargenomen.

*Lens met spiegel in het brandvlak*

Een lens met een spiegel in het brandvlak heeft evenals een tripelspiegel de eigenschap elke lichtstraal, die erop valt, terug te kaatsen in die richting, van waaruit hij is gekomen (zie *fig. 5*). Op

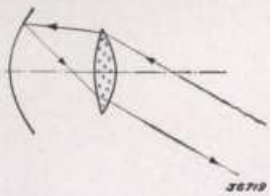


Fig. 5. Combinatie van lens en spiegel. Een straal, die door een spiegel in het brandvlak van een lens wordt gereflecteerd, verlaat de lens in een richting tegengesteld aan zijn invalsrichting.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023



grond hiervan kan men eveneens rijwiel-reflectoren construeeren, welke theoretisch weliswaar niet volmaakt zijn, daar elke lens een zekere sferische aberratie bezit, maar in de practijk even goed voldoen als reflectoren, die gebruik maken van een pyramideglas. Wat de practische verwezenlijking van de combinatie van lens en spiegel betreft, kan men onderscheid maken tusschen twee soorten: een soort, waarbij het achtervlak van de lens tegelijkertijd het brandvlak vormt en verzilverd is, zoodat het zelf als spiegel dient, en een soort waarbij lens en spiegel van elkaar zijn gescheiden. Enkele uitvoeringsvormen van deze twee soorten reflectoren ziet men in *fig. 6*.

Bij de groote openingshoek van de lenzen, die noodig is om een gedrongen constructie van de reflectoren mogelijk te maken, kan men geen gebruik maken van lenzen met sferische oppervlakken, zonder ontoelaatbare verliezen in de sterkte van het teruggekaatste licht te verkrijgen tengevolge van de zeer onvolkomen stralenvereeniging in het brandvlak. Daar de lens van de rijwiel-reflector echter niet geslepen maar geperst wordt, biedt het gebruik van een asferisch oppervlak geen moeilijkheden in de fabricage. Meestal gebruikt men een platbolle lens, waarvan de bolle zijde naar buiten is gekeerd. Om — althans voor stralen evenwijdig aan de as — een exacte vereeniging in één punt te kunnen verkrijgen, moet het gekromde lensoppervlak ongeveer de vorm van een ellipsoïde hebben.

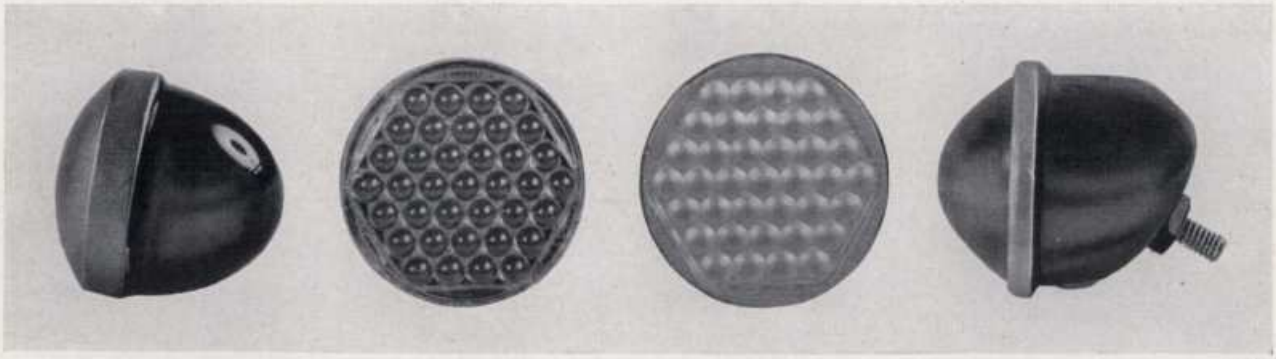
Voor schuin invallend licht is de stralenvereeniging door de ellipsoïde niet meer volkomen, zoodat de teruggekaatste bundel met toenemende invalshoek steeds sterker verbreed wordt. Aangezien men echter voor schuin invallende stralen minder hooge eischen aan het reflecteerend vermogen behoeft te stellen dan voor evenwijdig aan de as invallende stralen, vormt deze eigenschap van de lens-spiegel-combinatie geen bezwaar.

### Combinatie van achterlicht en reflector

Het gebruik van een reflector zal in het algemeen een minder goede beveiliging leveren dan het gebruik van een achterlicht, maar heeft ook zekere voordeelen; ten eerste werkt een reflector ook, wanneer de fiets stilstaat, ten tweede is hij volkomen bedrijfszeker, terwijl een achterlicht buiten werking treedt, wanneer het gloeilampje of de verbinding tusschen het gloeilampje en de dynamo defect raakt. Dit bezwaar van het achterlicht klemt des te meer, daar een dergelijk defect door den wielrijder zelf moeilijk rechtstreeks kan worden opgemerkt en vaak eenige tijd aan zijn aandacht ontsnapt.

Om dit bezwaar op te heffen wordt in verschillende landen geëischt, dat een achterlicht, mocht het lampje niet werken, nog steeds dienst kan blijven doen als reflector. Daarnaast heeft men in de laatste tijd naar middelen gezocht om het niet functionneeren van het achterlicht aan den bestuurder van de fiets gemakkelijk zichtbaar te maken. Deze twee mogelijkheden willen we in het volgende nog wat nader beschouwen.

Wat de combinatie van achterlicht en reflector betreft, komt men tot verschillende oplossingen, naar gelang men een reflector van het type pyramideglas of van het type lens-spiegel-combinatie wil gebruiken. Bij het eerstgenoemde type zou men kunnen denken, dat het voldoende zou zijn het gloeilampje van het achterlicht eenvoudig achter een afsluiting van pyramideglas te plaatsen. Dit blijkt echter niet zonder meer een mogelijke op-



36593

$a$ $b_1$ $b_2$ $c$

Fig. 6. Rijwiel-reflectoren met combinatie van lens en spiegel. Bij de uitvoeringsvormen $a$, $b_1$ en $b_2$ valt het brandvlak van de lens samen met haar achtervlak; door dit met een spiegelende laag te bedekken verkrijgt men dus het gewenschte effect ($b_1$ en $b_2$ zijn vóór- en achterzijde van dezelfde reflector). Bij de uitvoeringsvorm $c$) wordt een aparte spiegel gebruikt.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023



lossing te vormen, daar het pyramideglas — althans in de richting loodrecht op het basisvlak van de pyramiden — volkomen ondoorlatend is. Dat dit zoo is, kan men gemakkelijk inzien, als men bedenkt, dat loodrecht op het vóórvlak van de pyramiden invallend licht niet door het glas kan treden, maar totaal gereflecteerd wordt. Uit de omkeerbaarheid der lichtstralen volgt onmiddellijk, dat loodrecht op het voorvlak ook geen licht van een daarachter brandend lampje kan uittreden [3]).

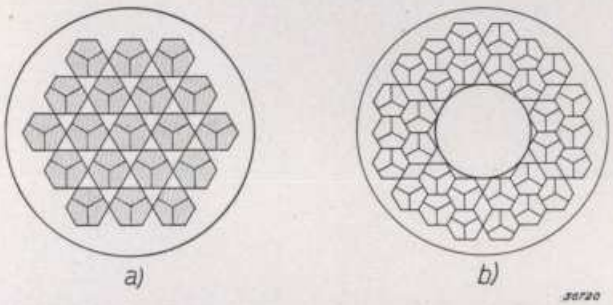



Fig. 7. Twee uitvoeringsvormen van pyramideglazen, die voor achterlichten kunnen worden gebruikt.

Wil men een pyramideglas toch bruikbaar maken als afsluitruit van een achterlicht, dan moet men zorgen, dat niet het geheele oppervlak met pyramiden is bedekt. In *fig. 7* zijn twee uitvoeringsvormen van een dergelijke afsluitruit weergegeven: bij de eerste laat men tusschen de pyramiden kleine venstertjes open op die plaatsen, waar de pyramiden hun doode hoeken hebben, bij de tweede is in het midden van het pyramidenveld een uitsparing aangebracht, waarin zich in plaats van pyramiden een lens bevindt. De laatste uitvoeringsvorm werd gekozen in het door Philips uitgevoerde achterlicht type 7312, dat in *fig. 8* is weergegeven.

Fig. 8. Het Philips rijwielachterlicht type 7312 met pyramideglas.

[3]) Deze eigenschap kan men gebruiken om slecht reflecteerende glaasjes te onderkennen. Houdt men een pyramideglas voor een lichtbron, dan moeten de pyramiden donker blijven. Zijn echter de pyramide-zijvlakken zeer oneffen, dan kan het zijn, dat ze wèl licht doorlaten en in dit geval kan men er zeker van zijn een slecht reflecteerend glaasje voor zich te hebben.

Beschouwen we nu de mogelijkheden, die de combinatie van lens en spiegel biedt voor het combineeren van reflector en achterlicht, dan moeten we onderscheid maken tusschen de twee uitvoeringsvormen volgens fig. 6*b* en 6*c*. De uitvoering volgens fig. 6*b* kan men gebruiken door in het midden weer een uitsparing aan te brengen, waarin zich in plaats van de kleine verspiegelde lensjes een groote lens met daarachter het achterlichtlampje bevindt. Gaat men uit van een combinatie van een lens en een spiegel, die van elkaar zijn gescheiden (fig. 6*c*) dan kan men het achterlichtlampje eenvoudig tusschen de lens en de spiegel zetten. Hierbij moet er zorgvuldig op worden gelet, dat de stralengang tusschen lens en spiegel door de aanwezigheid van het gloeilampje niet te sterk wordt verstoord. Een practische uitvoering volgens dit principe, het door Philips vervaardigde achterlicht type 7309, toont de doorsneeteekening *fig. 9*.

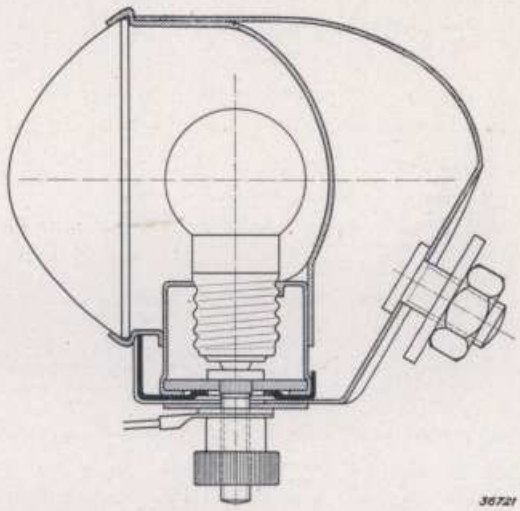



Fig. 9. Het Philips achterlicht type 7309 met combinatie van lens en spiegel.

### Contrôle van het achterlicht

Zooals reeds werd gezegd, heeft men in de laatste tijd naar middelen gezocht om het al of niet werken van het achterlicht voor den wielrijder zichtbaar te maken. De meest eenvoudige oplossing is, het achterlicht zoo te construeeren, dat de wielrijder omkijkende een schijnsel van het licht waarneemt.

Om al rijdende door omkijken te kunnen constateeren of het achterlicht brandt is het noodzakelijk, dat het achterlicht ook in de voorwaartsche richting schuin naar boven een weinig licht uitzendt. Bij de in fig. 9 weergegeven constructie met een bolvormig uitstekende lens kon dit bereikt worden door slechts te zorgen, dat de lens niet te diep in de houder zit. Door inwendige reflectie en verstrooiïng wordt dan een voldoende hoeveelheid

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023



licht in de gewenschte richting afgebogen. Bij constructies met een vlakke afsluitruit, bijv. een pyramideglas, steken gewoonlijk geen lichtgevende deelen buiten de houder uit. Bij de constructie van het Philips achterlicht type 7312 (fig. 8) werd derhalve een speciale oplossing gezocht om het achterlicht van de plaats van den wielrijder uit toch zichtbaar te maken. Deze is gevonden in het aanbrengen van een prismatisch uitsteeksel aan de bovenzijde van het glas, dat nu gemakkelijk door den wielrijder gezien kan worden, zooals duidelijk blijkt uit de in *fig. 10* geschetste stralengang in dit uitsteeksel. Het behoeft wel geen betoog, dat de beschreven maatregelen om het achterlicht zichtbaar te maken, geen nut afwerpen, indien het achterlichtlampje van boven afgedekt is, zooals tegenwoordig in vele landen het geval zal zijn in verband met de verduisteringsmaatregelen ten behoeve van de luchtbescherming.

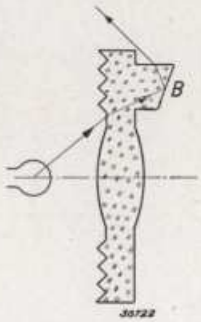



Fig. 10. Stralengang in het prismatische uitsteeksel van het Philips achterlicht type 7312. De straal wordt aan het schuine voorvlak *B* van het prismatische uitsteeksel totaal gereflecteerd en verlaat het achterlicht in een zoodanige richting, dat hij het oog van den omkijkenden wielrijder kan treffen.

Afgezien van dit bezwaar heeft het omkijken ook nadeelen, wat de veiligheid van het verkeer betreft. Derhalve werd er in de laatste tijd toe overgegaan om in serie met het achterlicht een tweede gloeilamp te schakelen, die zoo geplaatst is, dat ze zonder omkijken kan worden gezien, en die door haar branden aantoont, dat de stroomkring naar het achterlicht nergens verbroken is. Bij eenige uitvoeringen van de Philips rijwiellantaarns is voor dit contrôlelampje een speciale fitting achter in de koplamp aangebracht (zie *fig. 11*). Het contrôlelampje is van hetzelfde type als het achterlichtlampje; de bedrijfstemperatuur daarvan is echter lager, daar parallel aan het contrôlelampje een weerstand is geschakeld.

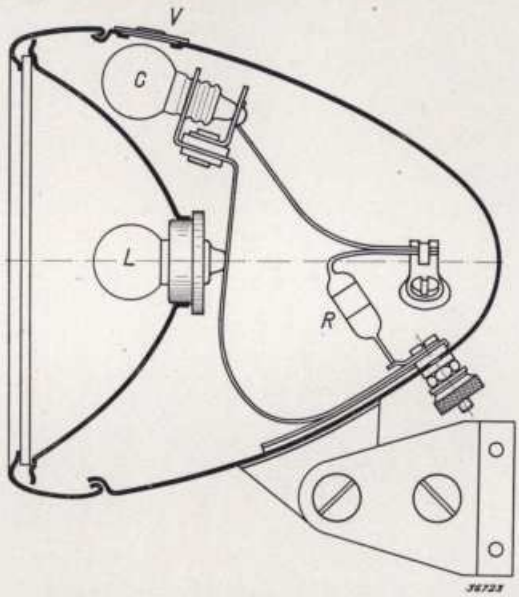



Fig. 11. Doorsnede van een Philips-rijwiellantaarn met ingebouwd contrôlelampje voor het achterlicht. *L* koplamp, *C* contrôlelamp, *V* venster, *R* parallelweerstand van het contrôlelampje.

Deze constructie heeft verschillende gunstige eigenschappen. Ten eerste is het op zichzelf aangenaam, om het contrôlelampje en het achterlichtlampje van hetzelfde type te kiezen. Hierdoor behoeft men bijv. geen twee verschillende lampen in reserve te houden. Ten tweede wordt het contrôlelampje tengevolge van de parallel geschakelde weerstand slechts zeer zwak belast, zoodat het practisch nooit zal doorbranden [4]). Mocht het contrôlelampje echter tengevolge van een andere oorzaak, bijv. sterke schokken, defect raken, dan blijft de stroomkring dank zij de weerstand nog steeds gesloten, zoodat het achterlicht blijft branden. Raakt omgekeerd het achterlicht defect, dan kan men dit door het contrôlelampje vervangen; ook hierdoor verbetert dus het contrôlelampje de bedrijfszekerheid van het achterlicht.

[4]) Dat hierdoor ook de lichtsterkte van het contrôlelampje zeer klein wordt, vormt geen bezwaar, maar is zelfs gewenscht, om verblinding van den wielrijder op donkere wegen met zekerheid te voorkomen.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!